

Capítulo 3

Sistemas e infraestrutura de produção

Foto: Fabrício Pereira Rezende



Fabrício Pereira Rezende
Jonas Henrique de Souza Motta
Fabrício Menezes Ramos
Rodrigo Yudi Fujimoto
Marcelo Fanttini Polese
Guido Salardani Fernandes



Introdução

Do ponto de vista da produção, a piscicultura de peixes ornamentais apresentou-se como atividade agropecuária interessante nas últimas três décadas, pelo fato de permitir boa rentabilidade em tempo reduzido, além de demandar pequenas áreas para sua exploração (Lima et al., 2001). Apesar disso, trata-se de uma atividade que sempre exigiu sofisticação nas técnicas de cultivo, a fim de que o produto tenha a qualidade necessária para atender aos criteriosos e numerosos aquaristas em todo o mundo (Davenport, 1996).

Na década de 1970, a piscicultura ornamental começou a se destacar como opção de empreendimento no Brasil. Nas décadas de 1980 e 1990, houve aumento quantitativo de piscicultores que, por causa da baixa tecnificação, forneciam peixes de baixa qualidade no mercado, e isso gerou uma onda de importações de novas espécies e linhagens. Desde o ano 2000 até a presente data, observa-se que muito se tem avançado na adoção de novas técnicas de manejo, reprodução e alimentação, bem como no aperfeiçoamento da utilização dos insumos e das estruturas de cultivo, melhorando a qualidade dos peixes, o que é considerado hoje um pré-requisito para que a atividade mantenha-se competitiva no mercado.

Informações apresentadas por Vidal Júnior (2003) sobre o polo de Muriaé, MG, mostram que empreendedores rurais da região da Zona da Mata mineira são atuantes na piscicultura ornamental há mais de 40 anos. Além disso, a característica marcante dessa região é a simplicidade dos viveiros escavados, que até hoje constituem a principal fonte de renda dos mais de 500 piscicultores.

Apesar da variedade de estruturas, o aprimoramento da qualidade dos peixes, no que se refere ao padrão fenotípico e sanitário, foi impulsionado principalmente pelo aumento da competitividade e pela necessidade crescente de reduzir custos. A competitividade entre os piscicultores e a comparação entre estruturas e manejos de forma a aprimorar as técnicas individuais pelo *benchmarking*¹ têm ocorrido com maior frequência nos últimos anos. Tal con-

¹ *Benchmarking* é um importante instrumento de gestão empresarial, o qual pode ser realizado por meio de pesquisas ou sondagens informais a fim de comparar a eficiência e a qualidade entre práticas, produtos e serviços de empresas parceiras e/ou concorrentes.

dição tem proporcionado rápido avanço no desenvolvimento tecnológico de infraestruturas e de logística, bem como manejos de produção cada vez mais eficientes, aliada à necessidade de disponibilizar ao mercado peixes com qualidade superior.

Aliado ao *benchmarking* feito pelos piscicultores, a utilização de estruturas simples, de fácil manejo e de baixo custo de implantação têm sido, na maioria das vezes, a principal condição para que alguns produtores consigam ingressar na produção de peixes ornamentais. Atualmente, grande parte das tecnologias utilizadas na piscicultura ornamental consiste em adaptações das estruturas utilizadas na piscicultura de corte, principalmente em razão da falta de investimento em pesquisa e inovações com espécies ornamentais por parte das agências de fomento nacionais. Isso evidencia a importância do *benchmarking* dos piscicultores de peixes ornamentais, não apenas pelo que piscicultores de outras regiões do mundo vêm utilizando, mas também pelo que é feito em outras cadeias da aquicultura.

Na aquicultura ornamental, as estruturas utilizadas para produzir a maior parte das espécies são as seguintes: pequenos viveiros de terra, tanques feitos de bambu ou de terra revestidos de lona, tanques de concreto feitos de placa ou de blocos, caixas d'água, piscinas, tanques circulares de manta vinílica e, até mesmo, aquários de vidro ou de cerâmica. A estrutura de cultivo pode estar implantada a céu aberto, protegida por tela antipássaros, em estufas plásticas climatizadas, galpões ou salas, conforme o grau de intensificação e o tipo de espécie produzida. O cultivo realizado em estufa e em sistema fechado favorece o melhor controle da produção e evita perdas causadas por predadores (Figura 1).

O arranjo de produção mais comum na piscicultura de ornamentais é a produção de todas as fases de ciclo de vida, na qual se realiza a seleção e a manutenção das próprias matrizes, a reprodução e a terminação, além da seleção qualitativa dos peixes produzidos.

As estruturas para produção devem ser projetadas para manutenção e seleção de matrizes, para as fases de reprodução, larvicultura, alevinagem, recria e terminação.

Foto: Guido Salardani Fernandes



Foto: Fabrício Pereira Rezende



Foto: Pedro Pierro Mendonça



Figura 1. Vista panorâmica de pisciculturas de peixes ornamentais em três municípios de Minas Gerais: Vieiras (A); Eugenópolis (B); Patrocínio do Muriaé (C).

Antes de iniciar a construção de qualquer estrutura, o interessado necessita planejar as perspectivas de seu uso, definir as espécies a serem produzidas e a versatilidade das estruturas em caso de precisar alterar foco ou escalonamento de produção. É necessário predefinir as espécies-alvo e a logística ideal para produção na escala desejada, a fim de equilibrar investimento e rentabilidade com eficiência no processo produtivo. Esse planejamento deve estar de acordo com a disponibilidade de recursos.

Uma vez planejado o foco da piscicultura, bem como suas estruturas e escalonamento da produção, deve-se considerar o local de instalação. Em geral, as características que merecem atenção são as seguintes: tipo de solo, declividade do terreno, fonte de água para abastecimento e acessos para logística interna eficiente nas atividades de manejo. Entre esses quesitos, o tipo de solo e a declividade do terreno têm maior impacto na seleção de áreas para

a piscicultura de corte do que para a piscicultura ornamental, principalmente a depender da estrutura que será montada para a produção de peixes ornamentais. As características que merecem atenção na escolha do sistema de produção são as seguintes: espécie ou grupo de peixe a se produzir; fonte de abastecimento de água de boa qualidade e com disponibilidade o ano todo; e eficiente logística dos acessos internos para as atividades de manejo, como proximidade com centros consumidores ou em polos produtivos, e acesso facilitado para clientes e compradores.

Quando os recursos são escassos para a construção total da estrutura e aquisição dos equipamentos, deve-se construir um viveiro e trabalhar com peixes em baixa densidade para que eles consumam alimento natural suplementado com ração extrusada (sistema semi-intensivo). Dessa forma, é possível obter uma produção pequena de peixes com pouco investimento. Quando a produção ocorrer em alta escala, devem-se construir diversos tipos de estruturas, ofertar ração de alta qualidade, adicionar aeradores, conseguir maior controle ambiental e eficiente logística de manejo.

Aos que não possuem experiência, recomenda-se que procurem auxílio de técnicos especializados para que possam iniciar a produção de forma empresarial.

A construção de estruturas bem dimensionadas implicará redução de trabalho operacional, condições ambientais adequadas aos peixes e redução de custos (Figura 2). Quando construídas de maneira correta, o piscicultor deve tirar o máximo de proveito da estrutura física, reduzindo a mão de obra e os imprevistos, tais como: falta de energia, dificuldade na renovação da água e ocorrência de doenças, por causa do excesso de matéria orgânica ou superlotação.

O interessado precisa sempre ter em mente que o crescimento da produção e a diminuição dos custos serão proporcionais à sua dedicação. Além disso, a evolução das infraestruturas é uma questão não apenas de disponibilidade de capital, mas de tempo e ganho de experiência. Para atender às demandas de manejo nas diferentes fases de cultivo (manutenção de matrizes, reprodução, larvicultura, recria, terminação e comércio), é necessária a utilização conjunta de diferentes tipos de estruturas. Dessa forma, no decorrer do processo de produção, pode ocorrer a necessidade de outros tipos de estruturas, tais como: viveiros escavados com proteção de tela anti-inseto para a fase de lar-

Foto: Fabrício Pereira Rezende



Foto: Jonas Henrique de Souza Motta



Foto: Pedro Pierro Mendonça



Figura 2. Vistas panorâmicas de estruturas de produção de peixes ornamentais: estufas plásticas com controle de temperatura abrigam tanques de placas de concreto revestidas com lona (A); tanques circulares de manta vinílica protegidos com tela anti-insetos (B); viveiros escavados (C).

vicultura, tela antipássaros para a fase de recria e terminação, tanques de terra revestidos por lona em estufa climatizada e sala com aquários e incubadoras.

Neste capítulo, será possível conhecer, em detalhes, todos os itens que compreendem os múltiplos formatos de estrutura e construção dos principais componentes do ambiente de produção de peixes ornamentais. O mercado consumidor demanda, cada vez mais, peixes de qualidade superior e preços justos e competitivos, características essas que exigem produção eficiente. A partir das experiências na construção de estruturas de produção de diversos piscicultores nos últimos 30 anos, será possível perceber benefícios em modelos de construções e adaptações que facilitam o manejo de abastecimento e drenagem da água, bem como as atividades de despesca e preparação do novo ciclo de produção.

O propósito das informações neste material é trazer a percepção dos detalhes construtivos das estruturas utilizadas, a fim de aumentar os acertos e tornar mais competitivo o empreendimento. Porém, quando se trata da produção de peixes ornamentais, é impossível abordar todos os arranjos em razão da grande diversidade de espécies existente, com peculiaridades na reprodução e manejo diferenciado.

Sistemas de cultivo

Peixes ornamentais podem ser produzidos em múltiplos tipos de infraestrutura e com diferentes logísticas de manejo. O sistema de produção será compatível com alguns quesitos intrínsecos à percepção de empreendimento pelo piscicultor ou interessado, entre os quais se destacam três: a) disponibilidade de capital para investimento na atividade; b) nível de conhecimento do empreendedor em relação ao negócio e ao mercado de peixes ornamentais; c) conhecimento sobre a logística de manejo das espécies e linhagens de interesse a serem produzidas.

O nível de intensificação na produção de ornamentais é um fato que está diretamente relacionado com o valor agregado da espécie na comercialização. Nesse aspecto, deve prevalecer o bom senso, visto que a estrutura produtiva deve ser projetada e construída para atender os objetivos do proprietário, priorizando o seu funcionamento por várias décadas e não apenas por algumas safras.

Existem diversos sistemas de cultivos e diferentes formas de classificá-los. Seu conceito pode ser aplicado em cada uma das etapas de criação, as quais são definidas de acordo com os seguintes aspectos: características do fluxo de água, estratégia alimentar e fluxo de produção.

Quanto ao fluxo de água, os sistemas podem ser classificados em aberto e fechado. No sistema aberto, a troca de água pode ser periódica ou contínua de acordo com a necessidade. Na renovação total da água, realiza-se a drenagem completa e, após a realização das correções cabíveis, torna-se a encher o sistema. Na renovação ou troca parcial, um volume preestabelecido é trocado com frequência. Por sua vez, na renovação ou troca contínua, um volume de água entra continuamente no sistema, enquanto o excesso é continuamente drenado.

Já no sistema fechado, existe a necessidade de tratar a água utilizada para reúso no próprio sistema de produção, de forma que ocorra recirculação. Por causa da escassez de água e do custo elevado desse recurso, bem como para evitar mudanças bruscas em sua qualidade, a filtragem e o reúso da água têm sido cada vez mais empregados na produção de peixes ornamentais. A recirculação completa é obtida quando a água que abastece o sistema provém do próprio sistema, após ter passado por um conjunto de filtragem para manter sua qualidade. Em sistemas fechados, o uso de filtros biológicos, químicos e físicos são alternativas eficientes e primordiais para o funcionamento competitivo na produção.

Quanto à estratégia alimentar, pode-se classificá-la em sistema de alimentação natural, artificial e mista. Na alimentação natural, são utilizadas técnicas de fertilização para a produção de fito e zooplânctons que servirão como organismos-alimentos (Prieto; Atencio, 2008). O manejo de produção desses organismos demanda cuidados para a manutenção das culturas purificadas, evitando, com isso, plâncton predador de larvas ou parasito em juvenis e adultos. Apesar de não se utilizar ração, os custos de produção ficam elevados, pois, para produzir esse zooplâncton (organismo-alimento) no mesmo ambiente de cultivo, há necessidade de manter os peixes em baixa densidade, o que onera as despesas por indivíduo produzido por causa da subutilização de estruturas de produção com vida útil limitada.

O manejo de alimentação exclusivamente com alimento inerte (rações e/ou patês) ou vivo (produzido intensivamente) é o mais utilizado em sistemas intensivos e superintensivos, visto que, apesar de serem fornecidos organismos-alimentos, nenhum tipo de fertilização ocorre nos tanques de produção.

A estratégia do manejo de alimentação do tipo mista, como o próprio nome diz, é o mais utilizado em sistemas semi-intensivos, nos quais há o manejo de fertilização para a produção de organismos-alimentos cerca de uma semana antes do povoamento. No tanque, há disponibilidade de alimento natural (organismos-alimentos), e a alimentação inerte é fornecida diariamente até a satisfação do apetite dos peixes.

A forma mais difundida de classificação dos cultivos baseia-se no fluxo de produção (Arana, 2004). Criada por Tacon (1990), essa classificação considera as

características inerentes a cada um dos sistemas, como aporte de nutrientes, densidade de estocagem e controle de qualidade de água.

Vidal Júnior (2006) descreveu de forma breve e didática a caracterização dos sistemas de produção adotados para peixes ornamentais até meados da década 2000, considerando-se a abordagem do autor a forma didática dos sistemas produtivos (semi-intensivo, intensivo e superintensivo). A não inclusão do sistema extensivo se justifica por entendermos que, apesar de ainda ser utilizado por alguns produtores de peixes ornamentais, não representa vantagem competitiva no mercado.

Produção em sistemas semi-intensivos

A produção semi-intensiva sempre é considerada na produção de peixes, geralmente de baixo valor agregado, em estruturas como viveiros escavados e com uso mínimo de equipamentos. A atividade humana na rotina diária ocorre de forma pontual na correção da qualidade da água, na fertilização, para promover a alimentação mista, com produção de plâncton e fornecimento suplementar de rações.

Nesse sistema, o risco de doenças é comum para algumas ectoparasitoses, como monogeníase, lerneose, tricotodiníase e argulose. Essas e outras infestações ocorrem principalmente por negligência na quarentena de peixes recém-adquiridos. O investimento é maior em infraestrutura e aquisição de matrizes, não havendo necessidade de mão de obra altamente qualificada. Segundo Vidal Júnior (2006), esse é o sistema mais praticado no Brasil.

As principais espécies produzidas nesse sistema são os ciprinídeos: barbos (*Barbus* sp., *Barbodes* sp., *Puntius* sp., *Puntigrus* sp., *Sahyadria* sp.), paulistinhas e danios (*Danio* sp., *Devario* sp.); e os poecilídeos: espadas e platis (*Xiphophorus* sp.), molinésia (*Poecilia* sp.) e outros peixes ovovivíparos em viveiros escavados de pequeno volume, os quais demandam uso mínimo de mão de obra (Figura 3A), de manejo reprodutivo para acasalamento e larvicultura e de alimentação baseada apenas no fornecimento de ração comercial de peixes de corte triturada. A produção de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*) em viveiros escavados sem proteção por telas anti-insetos ou antipássaros e apenas com uso de ninhos de pecíolos de folha de coqueiro se enquadra no sistema semi-intensivo (Figura 3B). Segundo Ribeiro et al. (2008), em relação

ao acará-bandeira, o cultivo em gaiolas flutuantes, que são estruturas de tela fixadas dentro de viveiros escavados, com camarão-da-amazônia (policultivo) ou em monocultivo em sistema semi-intensivo, apresenta melhor resultado em comparação ao cultivo em aquários em sistema intensivo.

Os ciprinídeos (ex.: paulistinhas, barbos, carpas e kinguios) podem ser produzidos em viveiros escavados de pequeno volume (Figura 3C); no entanto, a engorda de carpas para tamanhos superiores a 20 cm deve ocorrer em viveiros maiores (cerca de 5 mil metros quadrados). A produção de espécies de valor baixo a intermediário em viveiros escavados de pequeno volume são exemplos recorrentes de produção semi-intensiva de peixes ornamentais no polo de Muriaé, MG.

No sistema semi-intensivo, o controle de predadores pode ocorrer, porém apenas na fase de preparação dos viveiros. Durante o cultivo, os viveiros ficam



Figura 3. Vista panorâmica de viveiros escavados de pequeno volume, usados na produção semi-intensiva de peixes ornamentais de baixo valor agregado: distrito de Santo Antônio do Glória, Vieiras, MG (A e C) e Eugenópolis, MG (B).

expostos e parte dos peixes é predada por aves (ex.: bem-te-vi, martim-pescador) e por insetos aquáticos que passam a colonizar o viveiro (ex.: náíades de Odonata). Essas situações podem reduzir o percentual de juvenis sobreviventes e passíveis de aproveitamento como peixes comercializáveis até o final da fase de terminação.

Produção em sistemas intensivos

No sistema intensivo, a ração (dieta inerte) geralmente é a principal fonte de nutriente para os peixes, e a qualidade de água deve ser adequada aos padrões de cada espécie. O investimento é elevado com demanda de mão de obra qualificada.

O aumento da densidade nesses sistemas pode levar a maiores problemas em caso de doenças, mas seria um equívoco afirmar que os riscos de problemas sanitários nos sistemas semi-intensivos são menores do que aqueles que ocorrem nos sistemas intensivos.

Em larvicultura de carpa (*Cyprinus carpio*) e kinguio (*Carassius auratus*), em ambos os sistemas durante 12 anos de produção em uma piscicultura especializada, observou-se que a chance de o peixe ficar doente no viveiro é bem superior quando comparado com os sistemas intensivos (recirculação de água).

O que se pode esperar é que o risco de se perder toda a produção de forma rápida é mais elevado nos sistemas intensivos, em razão do aumento da densidade. Esse aumento dificulta o manejo em situações críticas, como interrupções no fornecimento de energia elétrica ou num eventual caso de infestação por parasitose ou agente patogênico, visto que o contágio horizontal é mais intenso.

Nesse sistema de produção, são utilizados pelo menos dois tipos de estruturas no manejo produtivo: galpão ou sala de reprodução, para manutenção e seleção de matrizes, e viveiros escavados ou tanques protegidos, para onde larvas ou juvenis são transferidos para recria e terminação.

Um excelente exemplo de uso eficiente de recursos na criação de peixes de maneira intensiva é a produção de colisas e tricogásteres por meio de tecnologias simples, menos onerosas em relação aos sistemas tradicionais de produção em aquários de vidro, que aumentam consideravelmente a produtivi-

dade pelo uso de estufa de desovas e viveiros de recria e terminação no ciclo de produção. Os recipientes de reprodução são constituídos por sacos plásticos (Figura 4A), apoiados externamente por tábuas e separados por folhas de papel, os quais são mantidos dentro de estufas (Figura 4B). Outro exemplo de produção intensiva é o acasalamento e a reprodução de tricogáster leeri (*Trichopodus leerii*) ou beijador (*Helostoma temminckii*) em pequenas caixas d'água (Figura 4C) com posterior manutenção de recria e engorda em viveiros escavados protegidos por tela antipássaros (Figura 5).

A produção de bettas (*Betta splendens*) e peixes de maior valor agregado, em condições de elevada produtividade e eficiência, é outro exemplo interessante de sistema intensivo (Figuras 6 a 9). Os aspectos construtivos dessas estruturas serão detalhados no tópico Infraestruturas, por haver demandas específicas para as fases de seleção de matrizes, padronização de tanques de



Figura 4. Estruturas simples para acasalamento e reprodução: sacos plásticos para reprodução de colisas (A); bateria de sacos plásticos como estruturas para reprodução de colisas em estufa (B); bateria de caixas d'água de pequeno volume em estufa de reprodução de tricogáster (C).

Foto: Fabrício Pereira Rezende



Foto: Jonas Henrique de Souza Motta



Foto: Jonas Henrique de Souza Motta



Foto: Guido Salardani Fernandes



Foto: Fabrício Pereira Rezende



Figura 5. Viveiros escavados e tanques de alvenaria protegidos com telas, utilizados na produção de peixes ornamentais: tela antipássaros malha larga, 50 mm, e saia lateral contra outros predadores (A); tanques protegidos por tela anti-insetos (B e C); tanques protegidos por tela antipássaros de malha média, 20 mm (D e E).

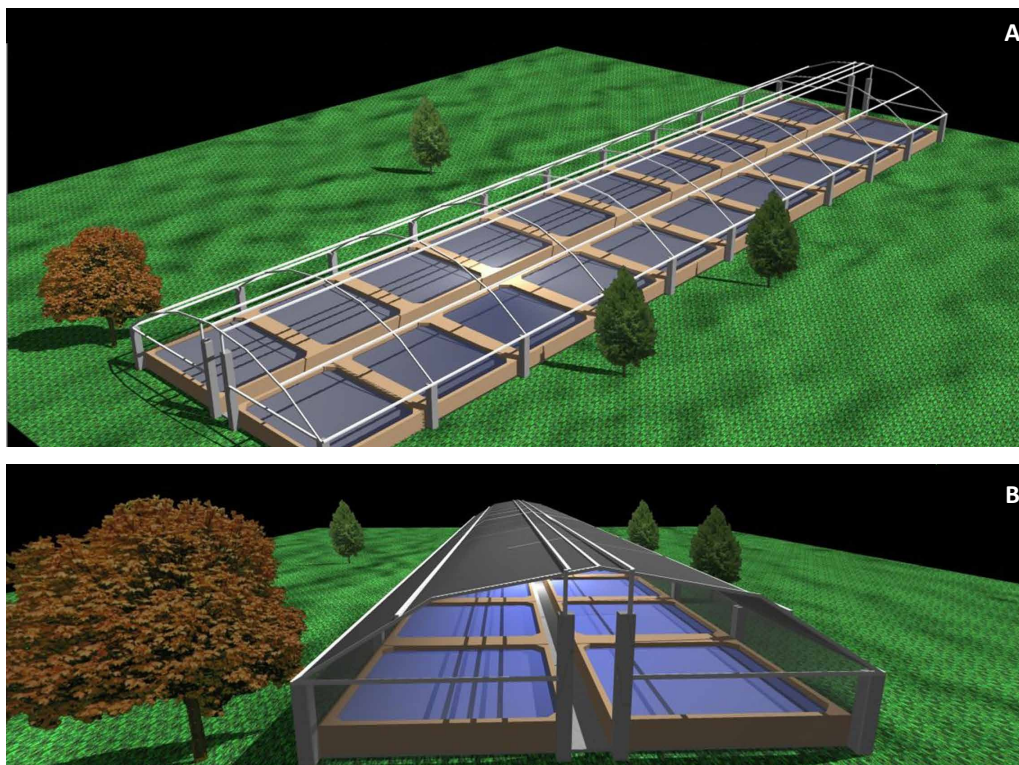


Figura 6. Projeto CAD 3D de estufa padrão para produção de peixes ornamentais: vista panorâmica (A); vista frontal (B).

Ilustrações: Márcio Aparecido Cândido Nicássio



Foto: Fabrício Pereira Rezende

Figura 7. Vista lateral de estufas para produção intensiva de peixes ornamentais, onde podem ser visualizadas a tela lateral contra acesso de predadores e a cortina lateral suspensa que permite ventilação para controle de temperatura.

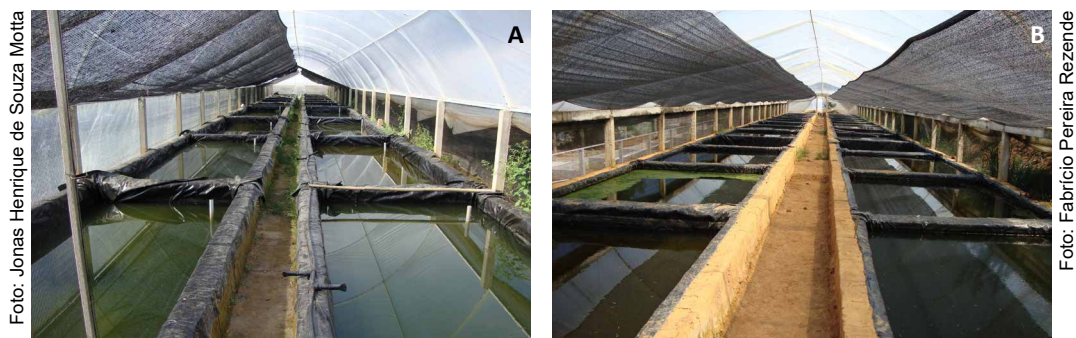


Figura 8. Vista interna de estufas de produção de betta em fase de recria. A cortina lateral aberta e a tela preta de polipropileno (sombrite) superior retrátil servem para controlar a temperatura: sombrite parcialmente retraído e cortina esquerda fechada (A); sombrites esticados e cortinas laterais abertas para ventilação interna (B).

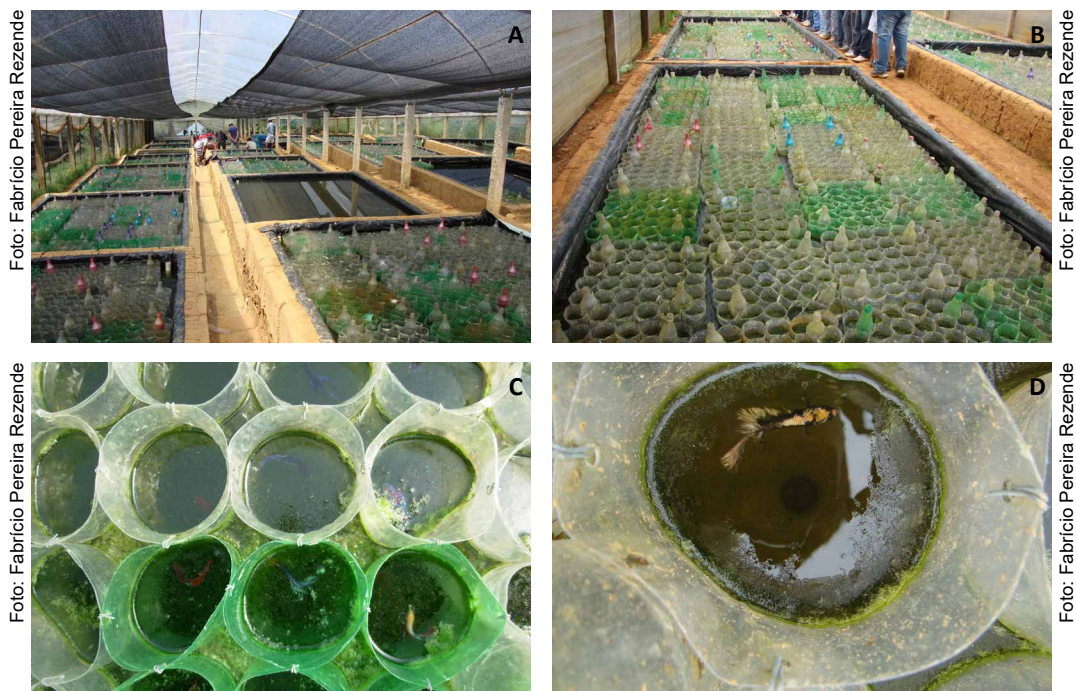


Figura 9. Vista interna de uma estufa de produção de betta em fase de terminação: sombrite superior retrátil para controle de temperatura (A); blocos de garrafas plásticas flutuantes distribuídos em tanque de terminação (B); vista parcial de bloco de garrafas para individualização dos machos (C); detalhe de fixação entre as garrafas nos blocos (D).

terra revestidos por lona, sistema de abastecimento e drenagem que facilitam o manejo e fertilização da água para produção de plâncton. Existem manejos alimentares específicos para cada fase de cultivo: paramécios na larvicultura e cladóceros (moinas e dáfnias) ou rotíferos no crescimento e na terminação. Dessa forma, o manejo bem definido nas fases de crescimento e a estrutura de terminação com individualização de peixes machos são fundamentais para o sucesso produtivo de bettas. A fase de terminação dos bettas exige o isolamento dos machos, o que pode ser feito por garrafas plásticas agrupadas em blocos, os quais necessitam ser lavados entre um ciclo e outro de produção (Figura 10).



Foto: Fabrício Pereira Rezende

Figura 10. Área de secagem de blocos de garrafas após lavagem com água pressurizada.

Nas estruturas utilizadas para manejo em sistema intensivo de produção, os peixes nas fases de recria e terminação não ficam expostos ao ataque de predadores; com isso, a taxa de sobrevivência e sua qualidade morfológica e de coloração são maiores. O maior aproveitamento desses peixes para comercialização resulta em maior eficiência produtiva e lucro para o piscicultor. Aliado

a isso, há maior controle de qualidade da água, bem como a possibilidade de produzir organismos-alimentos diretamente nos tanques de recria e terminação, o que promove o bem-estar aos peixes e permite a obtenção de maior número de peixes atraentes ao mercado.

Produção em sistemas superintensivos

O sistema superintensivo é o mais aplicado na produção de peixes de elevado valor agregado. Ocorre geralmente em galpões ou salas climatizadas, onde são usados aquários e tanques interligados a sistemas de filtragem e condicionamento de água. Em razão disso, necessita de mão de obra qualificada e alto consumo de energia elétrica.

Nesses cultivos, denominados *in door*, os sistemas de filtragem podem ser de diversos tipos: filtragem mecânica dos resíduos, filtragem biológica, filtragem por germicida (ex.: irradiação ultravioleta), filtragem escumadora (ex.: *skimmer*) e filtragem química por adsorção ou ozonizador. Na prática, são utilizados no mínimo dois sistemas de filtragem, os quais atuam de forma complementar. Equipamentos adicionais de condicionamento de água são muitas vezes necessários nos cultivos *in door*, entre os quais se destacam: aquecedores e refrigeradores com termostato; alimentadores automáticos; e sopradores com difusores de ar para oxigenação da água.

Em razão do uso desses equipamentos, a produção nesses sistemas é altamente dependente de energia elétrica. Portanto, é importante manter sistemas de emergência, caso falte energia elétrica, tais como: gerador de energia com acionamento automático e sistema de injeção de ar comprimido ou oxigênio no sistema com difusores interligados a cilindros. A falta de energia elétrica em um curto espaço de tempo pode levar à perda de toda a produção da piscicultura ornamental.

No Brasil, sistemas superintensivos são os mais utilizados na produção de acará-disco (*Symphysodon discus* e *S. aequifasciatus*), cavalo-marinho (*Hippocampus reidi*), peixes-palhaço (*Amphiprion percula*, *A. ocellaris* e *Premnas biaculeatus*) e neon-gobi (*Elacatinus figaro*) (Figuras 11 a 16). Além disso, são usados para produção do acará-bandeira e de outros ciclídeos americanos e africanos, assim como loricarídeos de elevado valor agregado em pisciculturas da Europa e da Ásia.

Foto: Fabrício Pereira Rezende

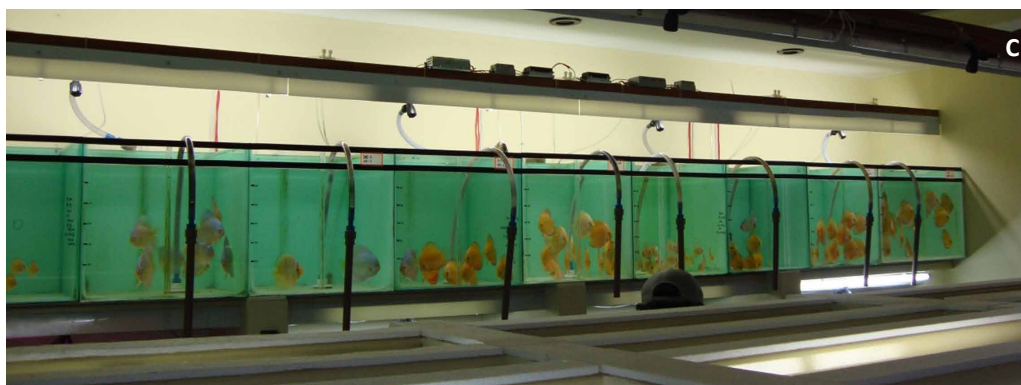


A



B

Foto: Fabrício Pereira Rezende



C

Foto: Fabrício Pereira Rezende

Figura 11. Produção de acará-disco em estrutura *in door*, em ambiente climatizado, com iluminação e alimentação controladas: aquários de recria (A); aquários com juvenis (B); aquários de matrizes jovens para acasalamento (C).

Foto: Fabrício Pereira Rezende



A



B

Foto: Fabrício Pereira Rezende

Foto: Fabrício Pereira Rezende



C



D

Foto: Fabrício Pereira Rezende

Figura 12. Produção de acará-disco em estrutura *in door*, em dois empreendimentos em Minas Gerais: aquários de acasalamento com filtro de espuma e sistema individualizado de drenagem de água para cada aquário (A e B); aquário de recria com filtro rudimentar (C); prateleira de aquários de vidro e de plástico usados na recria e engorda (D).

Fotos: Alberto Oliveira Lima

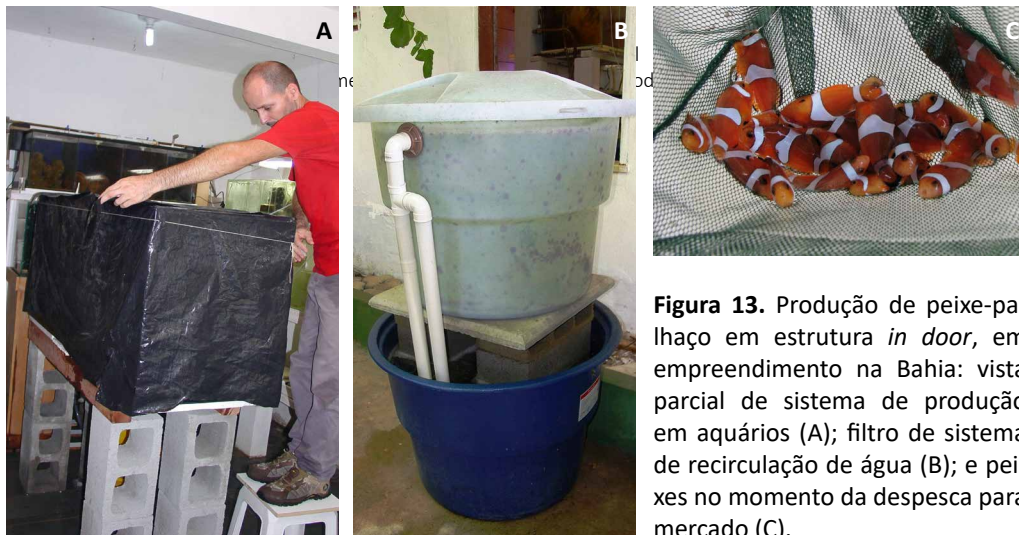


Figura 13. Produção de peixe-palhaço em estrutura *in door*, em empreendimento na Bahia: vista parcial de sistema de produção em aquários (A); filtro de sistema de recirculação de água (B); e peixes no momento da despesca para mercado (C).

Foto: Fabrício Pereira Rezende



Foto: Fabrício Pereira Rezende

Foto: Fabrício Pereira Rezende



Foto: Moisés Quadros

Figura 14. Produção de cavalo-marinho em estrutura *in door* em um empreendimento no estado do Espírito Santo: vista externa das salas de produção (A); aquários de manutenção de matrizes em sistema de recirculação de água na parte superior e caixas-filtro na parte inferior (B); vista superior das bancadas de aquários com iluminação, sistema de abastecimento e drenagem (C); vista de filtro escumador (D).

Foto: Fabrício Pereira Rezende



Foto: Fabrício Pereira Rezende



Foto: Fabrício Pereira Rezende

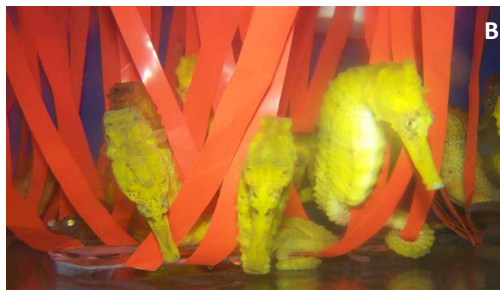


Foto: Fabrício Pereira Rezende



Figura 15. Produção de cavalo-marinho em estrutura *in door* em um empreendimento no estado do Espírito Santo: aquários de manutenção de matrizes em sistema de recirculação de água (A); vista do comportamento das matrizes em substrato feito com fita plástica presa a pedaço de vidro (B); vista frontal de aquário e sistema de abastecimento e drenagem (C); vista panorâmica da bateria de aquários no momento da alimentação (D).

Foto: Fabrício Pereira Rezende



Foto: Fabrício Pereira Rezende



Foto: Fabrício Pereira Rezende



Foto: Fabrício Pereira Rezende

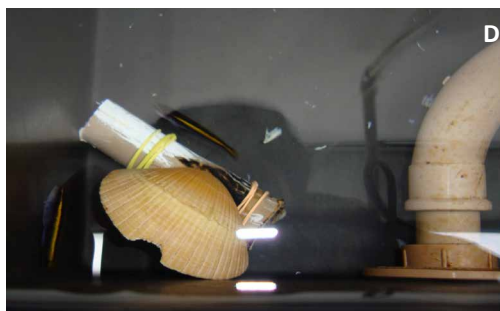


Figura 16. Produção de neon-gobi: bancada com sistema de recirculação com caixas para desovas (A); filtro (B); sistema de drenagem da caixa (C); posicionamento do ninho de concha (D).

O mais importante é o piscicultor ter em mente que esses sistemas podem ser utilizados nas fases mais críticas do cultivo de qualquer espécie. No ciclo de produção do acará-bandeira, a reprodução e a larvicultura, por exemplo, podem ser feitas em sistemas de recirculação *in door*; por sua vez, o crescimento e a terminação são realizados nos sistemas semi-intensivos. Esse sistema serve para a maioria das espécies, como, por exemplo, o kinguio, a carpa e o acará-disco.

Em sistemas superintensivos, o monitoramento e a manutenção da qualidade de água no cultivo com os peixes mantidos em alta densidade são atividades imprescindíveis. Em razão do alto custo de manutenção de água condicionada, a densidade de produção tende a ser maior, bem como o preço unitário dos peixes. O uso de múltiplos equipamentos para compor os filtros nos sistemas de recirculação de água varia em cada empreendimento (Figura 17).

Foto: Fabrício Pereira Rezende



Figura 17. Sistema de filtragem para manutenção de peixes em piscicultura no polo de Muriaé, MG.

Apesar de haver essa subdivisão em níveis de intensidade de cuidados e tecnologias utilizados na produção de peixes ornamentais, é interessante destacar que, em um mesmo empreendimento, podem ocorrer múltiplos tipos de estruturas com a finalidade de se produzirem diferentes espécies de peixes. Dessa forma, podem existir simultaneamente múltiplos níveis de intensidade na produção de cada grupo de peixe ornamental.

Como exemplo hipotético, em uma piscicultura que tenha diferentes tipos de peixe em seu portfólio, como kinguio, carpa, botias (*Botia* sp.) e acará-disco, tem-se então três sistemas diferentes: sistema de produção semi-intensivo para kinguio e carpa, sistema intensivo para botias e superintensivo para acará-disco. Esse tipo de situação ilustra bem a diversidade que pode ocorrer em um mesmo empreendimento de peixes ornamentais no Brasil.

Observe que os sistemas de produção foram agrupados por intensidade de uso de tecnologias e não apenas pela densidade de estocagem (número de peixes/m³) ou produtividade (t/ha), como ocorre de forma genérica para diferenciação dos sistemas produtivos na piscicultura de corte.

Infraestruturas

Para a construção de qualquer estrutura de produção (ex.: viveiros, estufas e tanques), é notório que, em terrenos de topografia pouco declivosa, os trabalhos de movimentação de terra são minimizados e possibilitam áreas utilizáveis com maior percentual de ocupação. Em terrenos declivosos, por sua vez, haverá maior necessidade de movimentação de terra, o que inviabiliza o uso de extensas áreas contínuas em mesma cota de nível. De modo geral, terrenos com inclinação entre 3% e 10% são os mais indicados para a implantação de estruturas, mas, caso tenha declividade superior, a construção de platôs será a solução para a instalação de tanques e estufas, portanto não constitui impeditivo para a produção de peixes ornamentais.

A distância e a diferença de cota entre o ponto de captação da água e o ponto principal de abastecimento dos tanques e viveiros devem ficar o mais próximo possível, de modo a permitir o abastecimento subsequente através da gravidade com menor custo de equipamentos (ex.: bombas e ou tubulações) e de energia elétrica (ex.: bombeamento de água).

O olhar clínico de um produtor experiente ou um especialista já seria suficiente para definir a escolha de áreas com maior aptidão para a implantação da estrutura de cultivo dentro de um imóvel rural, considerando a redução de custos na implantação e nas atividades operacionais de manejo e manutenção. Determinar a declividade do terreno, bem como a diferença de nível existente entre os diversos pontos que delimitam a área para viveiros, estufas e para captação de água, é fundamental para o sucesso na implantação de uma piscicultura.

Viveiros

Na piscicultura de peixes ornamentais, como carpas coloridas e barbos, e principalmente de peixes de corte, podem existir situações que requeiram utilização integrada de viveiros de terra (reservatórios escavados ou elevados em terreno natural, dotados de sistemas de abastecimento e de drenagem, preferencialmente individualizados). Estruturalmente, os viveiros de terra são divididos em viveiros de barragem (açudes) e de derivação.

As pequenas barragens (Figura 18A) são construídas a partir de uma barragem capaz de interceptar um curso de água. Em geral, são utilizados pequenos vales para a alocação desses viveiros.

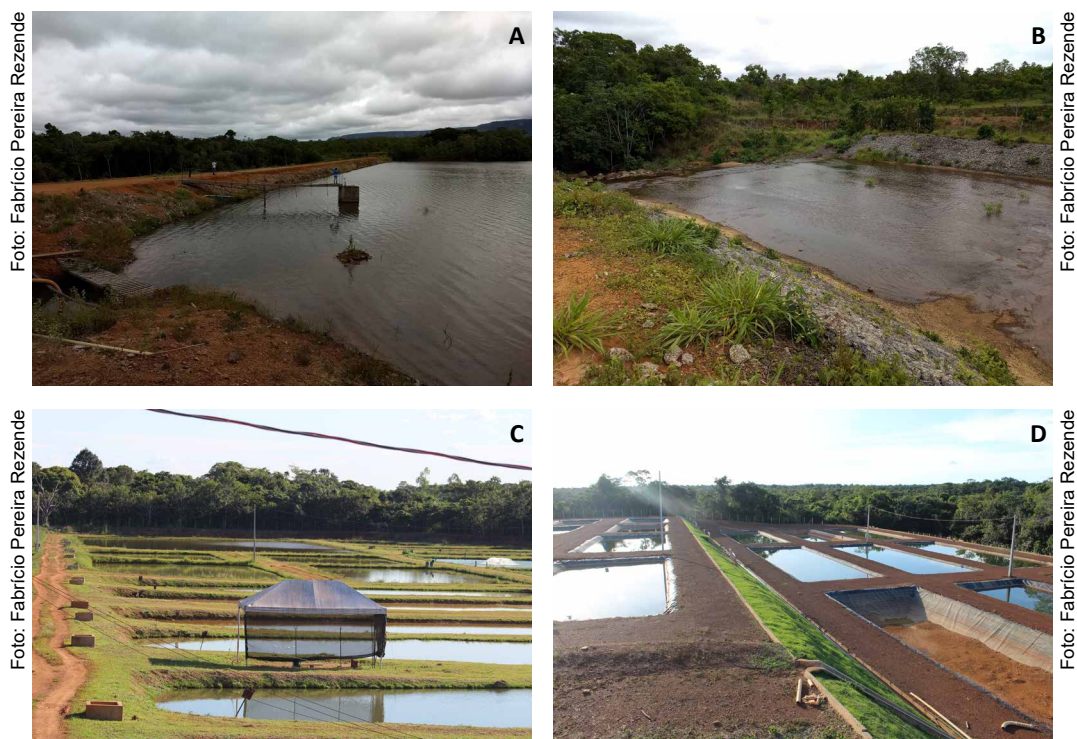


Figura 18. Barragem construída para o abastecimento de piscicultura por gravidade por meio de monge (A), vertedouro da barragem protegido por enrocamento (B), viveiros abastecidos em condutos fechados com caixas de passagem e inspeção (C) para o melhor aproveitamento do terreno e viveiros impermeabilizados em geomembrana construídos em diferentes platôs abastecidos por condutos fechados (D).

No entanto, os viveiros de barragem apresentam aspectos negativos. O primeiro deles é o fato de não apresentarem controle efetivo da quantidade e qualidade de água. Com isso, se a barragem for construída sem critério técnico, o risco de rompimento é constante. Além disso, apresentam dificuldade no manejo, especialmente no que se refere ao manejo de fertilização da água e à despesca.

Outro ponto negativo na construção da barragem é que, quanto maior a área da bacia de captação de chuvas a montante da barragem, maior será o volume de água acumulado para a barragem, o que torna imprescindível o cálculo preciso das dimensões do vertedouro (Figura 18B), a fim de evitar risco de rompimento pelo transbordamento, o qual deve ser considerado no planejamento da estrutura. O vertedouro deve ter suas dimensões calculadas de acordo com o volume de água esperado nas chuvas de alta intensidade, em função da área da bacia de captação, da frequência e da intensidade de chuvas. Observa-se na prática que muitas barragens são construídas sem especificação técnica, sem levar em consideração a presença de vertedouros, o que aumenta o risco de rompimento por causa de um equívoco na construção.

A existência de um monge (Figura 18A) no viveiro de barragem é fundamental e necessária para manejo da água e drenagem total. O monge por si só dificilmente terá a capacidade de escoamento do volume excedente de chuvas. A construção de um vertedouro para esse fim é menos onerosa e mais eficiente que a construção de monge com grande dimensão e tubulação de elevado diâmetro.

Para maior segurança e resistência da barragem, suas laterais e taludes devem ser protegidos por uma forrageira, por exemplo: grama-esmeralda (*Zoysia japonica*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) ou grama-batatais (*Paspalum notatum*), a fim de reduzir os efeitos das chuvas na erosão dos taludes, o que levará ao assoreamento de viveiros e açudes.

Já os viveiros de derivação geralmente são construídos em terrenos que apresentam grande declividade ao longo do curso d'água, mas em pontos onde o declive transversal do terreno é menor. Tanto o abastecimento quanto as drenagens desse tipo de instalação podem ser feitos por meio de canais e/ou tubulações. As principais vantagens desse tipo de viveiro são a facilidade de manejo e o controle da entrada e saída do fluxo de água (Figuras 18C e 18D).

Os primeiros produtores de peixes ornamentais, sem muita informação para iniciar a atividade, acabavam construindo os viveiros de terra em série. Os taludes construídos eram muito estreitos, e a água de um viveiro era aproveitada para outro, fato que, em caso de ocorrência de enfermidade na propriedade, aumenta a chance de contaminação de todo o plantel, além de gerar dificuldades no manejo, visto que, quando um viveiro é esvaziado, é necessário esvaziar todos os viveiros a jusante.

Os viveiros para produção de ornamentais são estruturas menores se comparadas aos utilizados para piscicultura de corte, mas os princípios de construção são os mesmos. São escavados no solo com profundidade média em torno de 0,50 m a 1,00 m de coluna de água além de borda livre (0,30 m). Atualmente, ainda são as estruturas de cultivo mais utilizadas pela maioria dos piscicultores de peixes ornamentais.

Antes de iniciar a construção dos viveiros, algumas perguntas devem ser respondidas pelo produtor:

- a) A topografia da área possibilita a construção? De que modo essa construção pode facilitar o manejo diário e diminuir o uso de insumos?
- b) O solo é adequado ou será necessário adaptar uma tecnologia para construir os viveiros e reter água por mais tempo?
- c) A qualidade da água disponível é adequada (ausência de poluentes)? Há disponibilidade (volume e periodicidade) de água?
- d) Existe alguma restrição ambiental no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e na Secretaria de Meio Ambiente? O que é necessário para se adequar à legislação?
- e) Quais são as estruturas básicas necessárias?
- f) Existe disponibilidade de mão de obra, insumos e serviços na região em que será construído o viveiro?
- g) Como se pode ter acesso ao mercado consumidor e aos programas de incentivos fiscais e linhas de créditos?

De posse dessas informações, o produtor deve definir a necessidade de capital e iniciar a elaboração de um leiaute ou desenho da piscicultura e dos viveiros (Figura 19), com o objetivo de ocupar a área, aproveitando melhor a topografia e as estruturas.

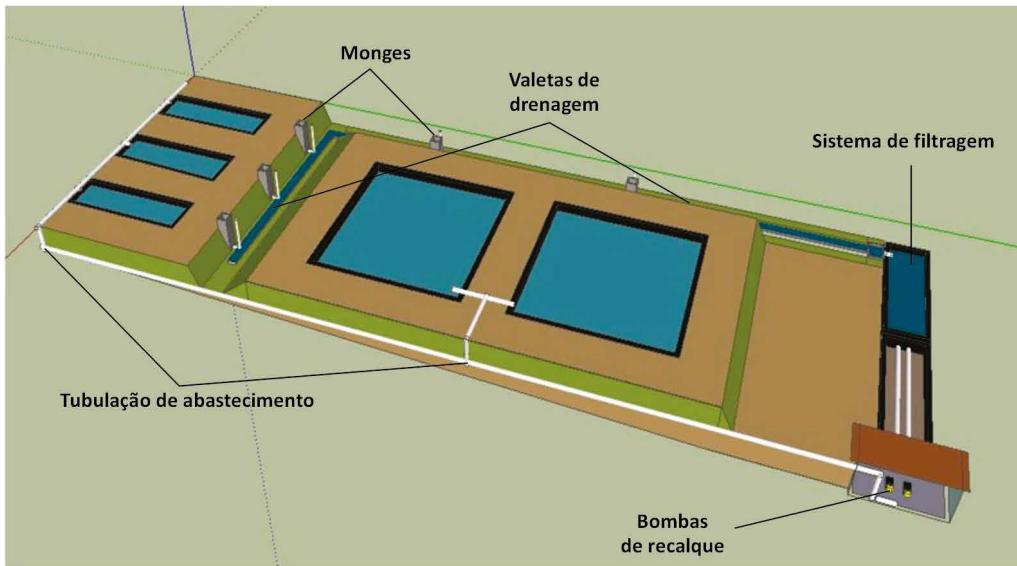


Figura 19. Leiaute de um módulo de produção de peixes ornamentais com tratamento de efluentes e recirculação da água, em Valente, BA.

Ilustração: Fabrício Menezes Ramos.

Alguns fatores são determinantes para a tomada de decisão final na elaboração do leiaute do empreendimento:

- a) Tamanho e formato da área disponível para implantação do empreendimento.
- b) Possibilidade de aproveitamento das estruturas preexistentes.
- c) Sistema de cultivo e grau de complexidade nas operações de rotina.
- d) Plano de produção e metas de comercialização (importantes para definir tamanho e quantidade de viveiros).
- e) Disponibilidade de recursos para implantar o projeto.

- f) Controle, tratamento dos efluentes e medidas para evitar escape de peixes.
- g) CONTENÇÃO de predadores, risco de roubo e vandalismo.

Não existe um padrão de tamanho de viveiros, mas, como a maioria das espécies de peixes ornamentais produzidas no Brasil é de pequeno porte, os viveiros não ultrapassam 500 m². Viveiros geralmente pequenos (20 m² a 200 m²) e rasos (0,50 m a 1,00 m) facilitam o manejo. Viveiros maiores são observados no cultivo de carpas e kinguios. O ideal é construir os viveiros com formato parecido, para que os equipamentos utilizados no manejo (ex.: redes, puçás) sejam os mesmos.

Na avaliação do local para implantação da piscicultura, deve-se atentar aos elementos existentes no terreno como postes, divisas, riachos, afloramentos rochosos, raízes de árvores frondosas, grandes formigueiros, entre outros. A limpeza da área, com a retirada total de tocos, raízes e restos de vegetação, deve ser realizada antes de se iniciar a construção de qualquer estrutura (Figura 20).

Foto: Marcio Aparecido
Candido Nicassio



Foto: Fabrício Pereira Rezende



Foto: Fabrício Pereira Rezende

Figura 20. Etapas de preparação do terreno para implantação de estruturas de uma piscicultura: terreno após limpeza e terraplanagem (A); terreno antes da retirada de tocos, pedras e terraplanagem (B); trator de pneu com lâmina frontal e scraper na preparação do terreno (C).

Além da recomendação de conciliar a disposição dos viveiros com a estrutura de abastecimento por ação da gravidade, é importante planejá-los de maneira que a maior dimensão dos tanques seja paralela às curvas de nível do terreno para, assim, promover economia no trabalho de movimentação manual de terra e/ou terraplanagem mecanizada.

Muitas vezes o piscicultor não tem opção de escolher o local mais adequado para construção das instalações e, por isso, a estrutura é dimensionada para se adaptar ao terreno disponível. Apesar de aumentar os custos, a possibilidade de se ajustar a pequenas áreas e mesmo a terrenos muito declivosos é uma das vantagens da piscicultura ornamental.

Na piscicultura de corte, é fundamental a existência de grandes áreas alagadas para viabilizar a produção em larga escala (permitindo fluxo de capital com viabilidade técnica). Além disso, a condição de relevo do terreno representa um aspecto essencial à viabilidade econômico-financeira do investimento por causa dos custos de movimentação de terra na construção das instalações. Diferentemente disso, na piscicultura ornamental, a construção de viveiros de pequeno porte e outras estruturas de cultivo é viável para terrenos até mesmo de elevada declividade (Figuras 21 e 22).



Foto: Fabrício Pereira Rezende

Figura 21. Vista panorâmica de um empreendimento em terreno declivoso.

Foto: Fabrício Pereira Rezende



Figura 22. Vista da parte superior de um empreendimento em terreno declivoso.

O solo mais adequado para viveiros escavados é o que apresenta condições intermediárias entre o arenoso e o argiloso. Essa condição é a mais adequada por favorecer a escavação e permitir a compactação das paredes e do fundo de maneira mais eficiente, evitando a infiltração excessiva da água.

O solo com predominância de argila é mais difícil de ser escavado e favorece o aparecimento de rachaduras no fundo quando exposto ao sol (Figura 23A), especialmente se a fração argila for do tipo expansível, como, por exemplo, a montmorilonita (2:1), que, quando seca, retrai-se na proporção 1:2, ou mesmo a caulinita (1:1), que se retrai na proporção 1:1 (Figura 23A) quando esse viveiro é esvaziado. Conhecer isso é importante para o piscicultor, visto que a logística do manejo da piscicultura deve considerar adequado expurgo e preparação dos viveiros para reduzir predadores, competidores e patógenos nesses tipos de viveiros (Figura 23B).

Por sua vez, solos muito arenosos possuem baixa capacidade de retenção de água, favorecendo a infiltração do terreno. Isso demandará a impermeabilização pela aplicação de lona ou manta vinílica, opções mais versáteis e de menor custo.

Foto: Jonas Henrique de Souza Motta



A



B

Foto: Jonas Henrique de Souza Motta

Figura 23. Fundo de viveiros: característica de retração de solo argiloso, rachaduras evidentes após exposição ao sol no período entre ciclos de produção (A); viveiros com calagem preparados para novo ciclo de cultivo (B).

Para verificar o teor de argila do solo de maneira prática, deve-se retirar uma porção do solo, umedecê-la com água, homogeneizar a massa e formar um rolo com as mãos (Figura 24). Se a estrutura não ficar consistente, é indício de solo muito arenoso (Figura 24A). Se a estrutura ficar consistente, mas não for maleável ao ponto de formar um círculo ou “S”, é indício de teor de argila próximo do ideal (Figura 24B). Caso seja possível formar o “S”, o solo apresenta elevado teor de argila (Figura 24C).

Foto: Jefferson Cristiano Christofolletti



A



B

Foto: Jefferson Cristiano Christofolletti

Foto: Jefferson Cristiano Christofolletti



C

Figura 24. Teste rápido para avaliação da composição de solo para construção de viveiros escavados: solo com baixo teor de argila (A); solo com teor de argila adequado para viveiros aquícolas (B); solo com elevado teor de argila (C).

Sistemas de abastecimento

Abastecimento de viveiros

O planejamento da infraestrutura de abastecimento dependerá da fonte de água. Se for proveniente de reservatório de abastecimento, este deverá ficar na parte mais alta da propriedade e então, a água deve ser canalizada até o abastecimento individual de cada viveiro, tanque ou outra estrutura de cultivo. Essa é a situação ideal. Entretanto, sabe-se que, em alguns casos, a água de abastecimento necessita ser bombeada, seja de poço artesiano, seja de ribeirão, igarapé ou lago. Nesses casos, o bombeamento geralmente deve ocorrer para um reservatório, localizado na parte mais alta do empreendimento, e dele deve ser distribuído por gravidade às estruturas de cultivo. Isso evitará falta de água quando houver necessidade de manutenção do sistema de bombeamento, além de prover correções na qualidade da água, caso seja necessário.

Existem ainda situações em que o empreendedor opta por não construir o reservatório. Nesse caso, a água é bombeada diretamente da fonte para as estruturas de cultivo. No entanto, apesar de essa ser uma opção menos onerosa, o piscicultor poderá ficar sujeito a situações adversas, como a falta de controle da qualidade de água após período de chuvas, o que causa alta turbidez por sólidos suspensos. Além disso, caso a água seja bombeada diretamente de um riacho, outras espécies podem ser introduzidas no viveiro. Quando existe um reservatório, conforme citado anteriormente, há a possibilidade de decantação do material sólido em suspensão, bem como a contenção de predadores, e esse tipo de contratempo é contornado, reduzindo os riscos.

A partir do reservatório de abastecimento, geralmente são instaladas estruturas, canaletas ou tubos em diferentes arranjos, para conduzir a água até os viveiros. Os sistemas de abastecimento mais comuns e com baixo custo de manutenção são por gravidade, que podem ser montados em canais abertos, com ou sem revestimento (canaletas) (Figuras 25 a 27), ou em tubulação PVC, manilha ou cerâmica com caixas de inspeção (Figura 27A).

Em geral, a implantação do sistema de abastecimento por canaletas é menos onerosa que o uso de tubulação. As canaletas (canais abertos) podem ser instaladas diretamente no solo, desde que este possua estrutura consistente e baixa permeabilidade (Figuras 25B), ou podem ser construídas em alvena-



Figura 25. Sistema de abastecimento de água em viveiros: ponto de captação de água por gravidade de barragem (A); canaleta em solo (B); canaleta com pontos de derivação de água para os viveiros (C e D).

ria (Figuras 25C, 25D e 25E). As canaletas possibilitam melhor oxigenação da água no percurso e têm a verificação de obstruções facilitada. Na construção das canaletas, dependendo da disponibilidade e do custo de recursos e do interesse do piscicultor, podem ser usados os seguintes materiais: meias manilhas, placas de cimento, tijolos cerâmicos ou blocos de concreto.

Algumas características são fundamentais para que se tenha um bom canal de abastecimento de água – adaptado de Rebelo Neto (2012):

- 1) Baixa permeabilidade, se for escavado com fundo de terra.
- 2) Capacidade de transportar rapidamente toda a água necessária.
- 3) Seção transversal que reduza as perdas por infiltração e evaporação.
- 4) Mínimo de curvas possíveis.

Foto: Marcelo Fantini Polese



A



B

Foto: Marcelo Fantini Polese

Foto: Marcelo Fantini Polese



C



D

Foto: Marcelo Fantini Polese

Foto: Marcelo Fantini Polese



E



F

Figura 26. Sistema de abastecimento de água. Viveiros revestidos com lona e tubulação de distribuição enterrada: entrada de água individual e 0,30 m acima da água (A1); grama em volta dos viveiros para proteção na área de cultivo (A2); borda livre de 0,30 m (A3); talude que separa os viveiros e permite acesso (A4); canaletas de alvenaria e tubulação de derivação de água para os tanques de alvenaria (B, C, D e E); filtro de tela no controle de predadores (C1); entrada de água individual e com altura suficiente para aeração (C2).

Foto: Marcelo Fantini Polese



Foto: Marcelo Fantini Polese



Foto: Jonas Henrique de S. Motta



Foto: Jonas Henrique de S. Motta



Figura 27. Sistema de abastecimento de água: tubulação de distribuição em concreto (A); caixa de distribuição com telas para retenção de macroimpurezas (B); tubo perfurado na entrada do viveiro para regulagem da entrada de água e aumento da oxigenação da água de abastecimento (C); filtro de brita para retenção de macroimpurezas e predadores e aumento da oxigenação da água de abastecimento (D).

- 5) Posicionamento em áreas superiores às estruturas da criação que vai abastecer.
- 6) Possibilidade de ser totalmente esvaziado se necessário.
- 7) Facilidade de limpeza.

Os canais a céu aberto (Figura 25) devem ser planejados e construídos para evitar transbordamento, e devem possuir uma inclinação que permita a adequada velocidade da água. Canais com velocidade de deslocamento da água menor que 0,4 m/s depositam materiais em suspensão, o que favorece o desenvolvimento de plantas no fundo. Isso pode prejudicar a vazão, pois essas plantas serviriam como obstáculo para a passagem da água. De forma genérica, a água com deslocamento superior a 1,0 m/s provoca erosão nos canais de terra. Nesse caso, recomenda-se o revestimento dos canais com lona, concreto ou pedra.

O abastecimento com tubulações é interessante para locais onde há limitações de área para alocação das canaletas, mas apresenta como desvantagem a necessidade de estruturas para suporte e caixas de inspeção (para controle da derivação de água para cada um dos viveiros), o que onera os custos de construção.

Em alguns empreendimentos, é possível verificar que o sistema de abastecimento, apesar de ser realizado por tubulação, não apresenta caixa de inspeção, e a água é derivada por conexões (tês e curvas) diretamente aos viveiros e estruturas de cultivo. Esse tipo de estrutura mostra-se eficiente e adequada apenas para tubulações de menor diâmetro. Para estruturas com maior diâmetro (100 mm até 400 mm), nas quais há possibilidade de entupimento e dificuldade de manutenção, é necessária a instalação de caixas de verificação ou registros para drenagem de resíduos decantados. As tubulações de maior diâmetro são de elevado custo.

Outro ponto interessante a ser considerado no planejamento da estrutura é a dimensão do canal ou tubulação, a qual deve permitir a condução de adequado volume de água a fim de atender à demanda de abastecimento de todos os viveiros e estruturas de cultivo a jusante e aqueles que são dependentes desse abastecimento.

A vazão de escoamento de água por uma tubulação dependerá do diâmetro do tubo e da diferença de nível da água na fonte até o ponto de abastecimento. Os canais tubulares usados para transportar a água da captação até os tanques podem ser de diferentes materiais: PVC, concreto (Figura 27A), manilha, ferro ou alumínio. Alguns materiais, como concreto, podem alterar as características químicas da água (ex.: elevar o pH). Deve-se, portanto, ter cuidado na escolha dos diâmetros dos canais de abastecimento, pois é preciso prever também as perdas de carga por atrito na tubulação. Para melhorar a qualidade da água na fonte de abastecimento, é aconselhável a instalação de caixas de filtros ou telas contentoras (Figuras 26C, 27B, 27D) no sistema de captação, a fim de evitar a introdução de espécies indesejáveis e macropartículas no sistema de produção.

Os canais de alvenaria podem ter formato retangular, circular, triangular ou trapezoidal. Os canais de terra se estabilizam apenas no formato trapezoidal (Figura 28). Caso o solo não tenha boa aderência e seja necessário fazer a impermeabilização, o formato mais interessante para o piscicultor seria o de seção trapezoidal, visto que não será necessária a instalação de pilares para

sustentar a mureta, a exemplo da seção retangular. O canal de seção trapezoidal é mais estável, possibilitando até mesmo a impermeabilização interna com lona ou manta.

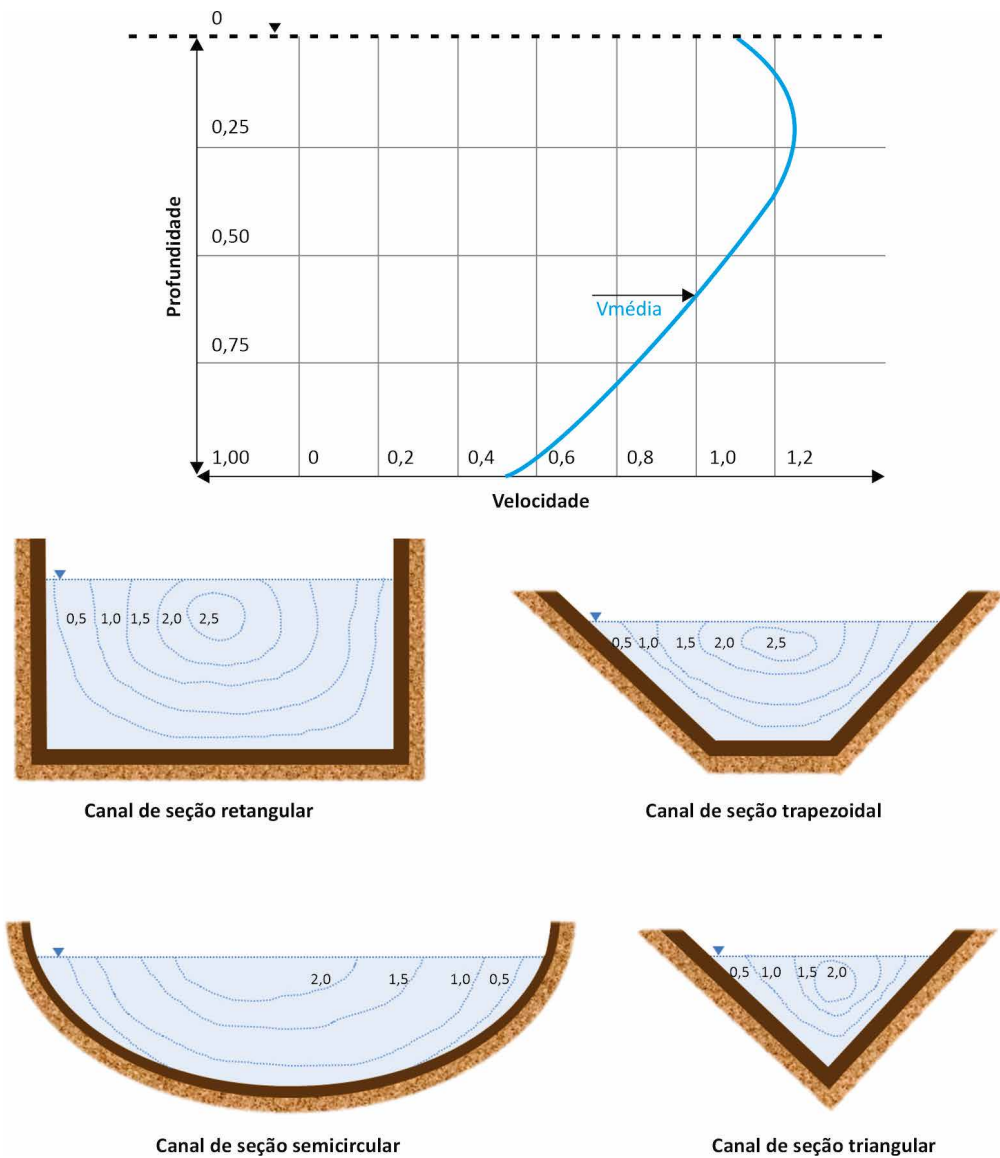


Figura 28. Distribuição de velocidades da água em diferentes seções transversais de canais com diferentes formatos.

Ilustração: Fabrício Pereira Rezende.

Abastecimento de outras estruturas de cultivo

De forma geral, o abastecimento de água em viveiros, tanques, caixas, aquários ou em qualquer outra estrutura de cultivo ocorre de forma semelhante. Utilizam-se tubulações de PVC com diâmetro de acordo com o volume necessário por tempo e com controle do fluxo por meio de registro de esfera sol-dável e torneiras plásticas (padrão jardins ou lavatório). O tubo utilizado deve ser o azul (próprio para irrigação), que possui valor justo, maior durabilidade, principalmente quando exposto ao sol (resistência contra raios ultravioletas), e resistência mecânica (contra pisoteio e esbarrões). No caso de serem usados os tubos brancos (próprio para esgoto) e/ou ocre (próprio para uso residencial), recomenda-se que não fiquem expostos ao sol ou sofram danos mecânicos, pois possuem baixa resistência, embora os tubos brancos possuam valor mais baixo.

O reservatório, além de armazenar a água, deve proporcionar o tratamento ou condicionamento dependendo da situação. Caso a água seja oriunda de poço artesiano, por exemplo, e apresentar baixa concentração de oxigênio, esta deve ser oxigenada por, pelo menos, 24 horas antes de abastecer as estruturas de cultivo.

Em regiões onde a temperatura externa for muito mais baixa que a da água do cultivo nos tanques, que estão protegidos por estufas, ou em sistemas *in door*, pode-se proceder ao aquecimento antes de realizar as trocas de água, a fim de reduzir a variação brusca na temperatura.

A manutenção da água em reservatórios deve servir também para realizar correções de pH e alcalinidade, utilizando-se ácidos húmicos ou calcário. Para prevenir e controlar diversas enfermidades, principalmente protozoários, deve-se utilizar sal (cloreto de sódio) na desinfecção da tubulação ou tornar a água levemente salinizada de 1 mg/L a 4 mg/L (verificar recomendações em bibliografias para cada espécie ou grupo de interesse que não sejam de produção em escala). Esse procedimento tem o objetivo de aumentar a sobrevivência durante a larvicultura de algumas espécies (como betta e kingio) e/ou aumentar o tempo de vida dos náuplios de *Artemia salina* como fonte de organismo-alimento.

No reservatório, para combater parasitos, é possível usar injetores de ozônio ou cloro (na forma de hipoclorito de sódio ou hipoclorito de cálcio) na desinfecção. O hipoclorito de sódio sobre forte aeração é eliminado em 24 horas ou pode ser neutralizado com solução de metabissulfito de sódio, mas sempre é prudente verificar os níveis de cloro residual na água antes do seu uso no abastecimento dos tanques de produção.

A tubulação de abastecimento deve ser posicionada sobre as estruturas de cultivo (Figura 29), de modo a evitar a perda de pressão, diminuindo assim a pressão em tubulações posicionadas abaixo das estruturas.



Figura 29. Sistema de abastecimento de água para a renovação do cultivo: abastecimento de caixas d'água de 250 L feito por meio de tubulação de PVC marrom de 25 mm e torneiras plásticas (seta amarela) (A); abastecimento de aquários por meio de registro de esfera PVC, sistema de drenagem por meio de tubulação de PVC marrom de 25 mm e recolhimento da água de drenagem de todos os aquários (seta vermelha) por meio de tubulação de PVC branco de 100 mm (B).

Sistemas de drenagem

Drenagem de viveiros

O adequado sistema de drenagem inicia-se com o planejamento e a construção do fundo dos viveiros, que devem ser planos e não devem conter vegetação, troncos, tocos e pedras. Além disso, devem possuir declividade de 0,5% a 1,0% em direção ao local de escoamento, localizado sempre do lado oposto da entrada de abastecimento (Figura 30).

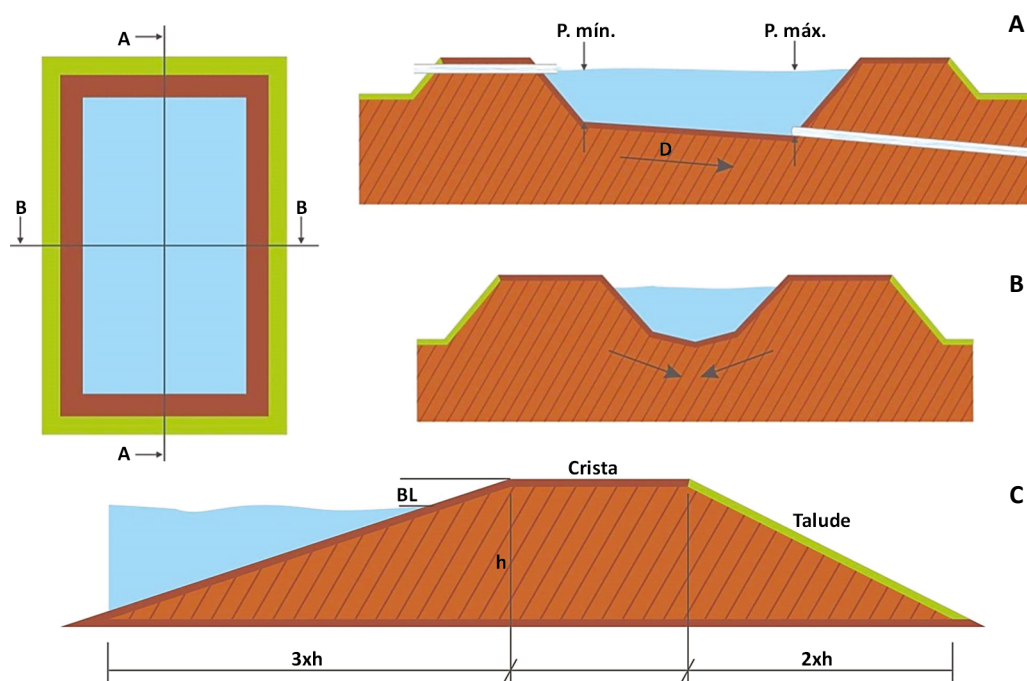


Figura 30. Declividade no fundo de viveiros escavados no formato retangular: corte longitudinal mostrando a inclinação do talude e a declividade do fundo em direção à tubulação de drenagem (A); corte transversal mostrando a declividade do talude e a declividade do fundo em direção ao centro (B); detalhamento do talude, borda livre (BL) na face interna, crista e vegetação de proteção na face externa, com destaque para uma proporção de inclinação, geralmente usada em solo com teor de argila adequado (C).

Ilustração: Jefferson Cristiano Christofolletti.

Para o escoamento, os sistemas mais utilizados são os joelhos e os prolongamentos de canos de PVC; os cachimbos (Figuras 31A, 31B, 32 e 34), para viveiros de pequena e média dimensão; e os monges (Figuras 31C, 33 e 34), para viveiros maiores.

Os cachimbos utilizados na drenagem de viveiros de pequeno volume devem ser alocados na parte oposta à tubulação de abastecimento, permitindo a renovação de água de maneira mais eficiente. Quando o viveiro estiver pronto e a declividade do fundo ajustada adequadamente e conferida, deve-se abrir uma fresta perpendicular ao talude, do lado mais profundo, até o nível mais baixo do fundo do viveiro. Nesse local, o cachimbo deve ser alocado, considerando ainda um desnível de pelo menos 2% entre o fundo do viveiro e a

Foto: Fabrício Pereira Rezende



A



B

Foto: Fabrício Pereira Rezende

Foto: Fabrício Pereira Rezende



C



D

Foto: Fabrício Pereira Rezende



E

Foto: Fabrício Pereira Rezende

Figura 31. Sistemas de drenagem de viveiros escavados: cachimbo externo em tubo de 150 mm (A); cachimbo interno em tubo de 150 mm (B); ladrão em estrutura de alvenaria com tubo de drenagem (C); valeta de drenagem de água de viveiros em piscicultura (D); vista externa de drenagem com cachimbo e registro (E).



Fotos: Guido Salardani Fernandes

Figura 32. Sistema de drenagem: corte longitudinal de viveiro com cachimbo interno e tubulação sob talude (A); ponteiros de tubo do cachimbo interno para evitar fuga de alevinos (B, C e D).

Ilustração: Fabrício Pereira Rezende e Diogo Silva Cardoso.



Foto: Marcelo Fantini Polese

Foto: Jonas Henrique de Souza Motta

Figura 33. Sistemas de drenagem: valeta de drenagem e sequência de tanques circulares com cachimbo externo (A); rede de contenção em valeta de drenagem de sistema de despesca em viveiros (B).

Foto: Jonas Henrique de Souza Motta



Foto: Jonas Henrique de Souza Motta

Figura 34. Sistema de drenagem: base do monge ou do cachimbo dentro do viveiro com reforço em alvenaria (segurança adicional para reduzir risco de o cachimbo se soltar) (A); vista lateral da base do monge ou do cachimbo (B).

valeta de drenagem. Isso evitará a necessidade de constantes manutenções para desobstrução por deposição de material (ex.: argila ou lodo).

O monge de concreto geralmente deve ser construído em viveiros de grande porte ou no reservatório de abastecimento e deve apresentar base consistente de boa fundação em concreto para resistir à força de empuxo. A parte que permanece acima do nível do solo no fundo deve conter três paredes (uma ao fundo e duas laterais), as quais devem ser construídas em concreto armado para evitar vazamentos e desmoronamento ocasionados pela pressão da água. Na porção anterior das duas paredes laterais, devem ser deixados três frisos onde serão colocadas tábuas para retenção de água e uma tela para a drenagem de água do fundo pela parte inferior do primeiro friso (Figuras 33A, 33B e 35).

O monge pode ficar disposto na parte interna (Figuras 33A e 33B) ou externa (Figura 36) do reservatório ou viveiro. Para isso, a estrutura de alocação deve ser observada no planejamento da construção. Entre as vantagens do monge interno estão o aumento da segurança por dificultar o acesso de curiosos e a redução nos custos de construção, por tratar-se de uma estrutura relativamente mais simples. No entanto, esse tipo de instalação dificulta a coleta dos peixes com a passagem de rede de arrasto. A instalação do monge na parte externa facilita o acesso e os reparos, mas essa opção em geral é pouco uti-

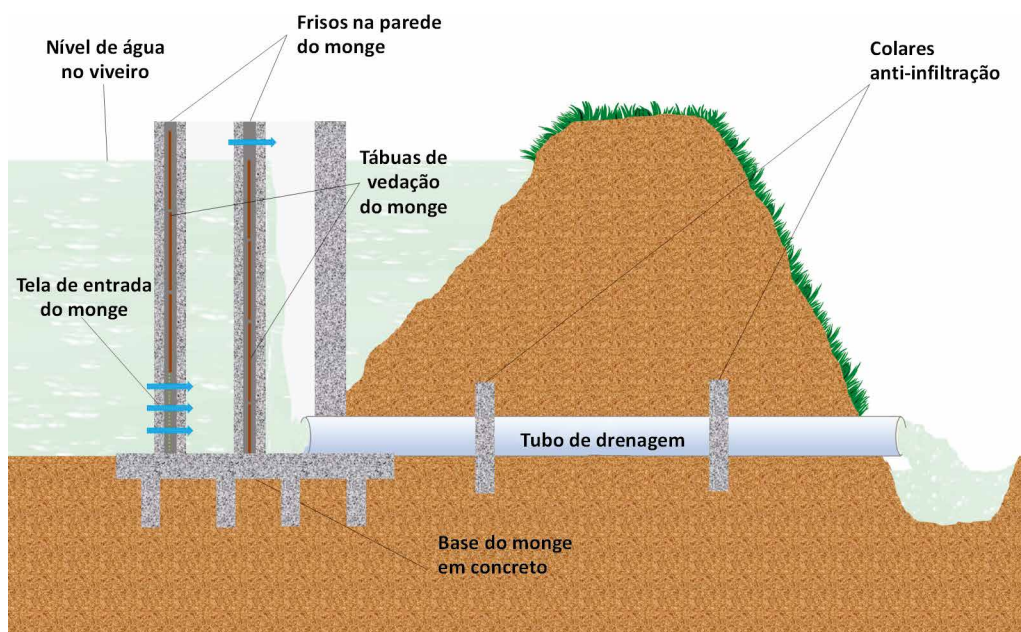


Figura 35. Corte longitudinal de monge de concreto, destacando a importância dos frisos na instalação das tábuas de regulação de nível da água.

Ilustração: Fabrício Pereira Rezende e Diogo Silva Cardoso.

Foto: Fabrício Menezes Ramos



Figura 36. Monge instalado na parte externa do viveiro escavado.

lizada nos sistemas de drenagem de viveiros, pois os piscicultores temem o acesso de pessoas estranhas e o furto de peixes.

É importante que a drenagem da água seja realizada pelo fundo do viveiro, pois essa água possui maior concentração de matéria orgânica, sedimentos, metabólitos dos peixes e gases produzidos pela decomposição da matéria orgânica sedimentada, além de ser uma água com menor teor de oxigênio.

A drenagem mais adequada e versátil para viveiros de baixo volume é feita por meio de tubulação PVC, sendo uma opção de baixo custo, com uso de conexões articuladas. Nesse caso, os tubos podem ser alocados na parte interna ou externa. Há ainda a possibilidade de construção de monges em PVC com registros externos para regulagem do volume de água nos viveiros. Essa estrutura é simples, com custo intermediário e de uso versátil (Figura 37).

Cabe ressaltar que o manejo do monge é perigoso para o usuário, por isso é necessário tomar alguns cuidados. Por exemplo, nunca se deve manejar o monge sozinho, visto que o usuário pode ficar preso à tubulação por causa da força de sucção da água, da qual um homem não tem força para se desvencilhar. Destaca-se que a piscicultura de peixes ornamentais ocorre também em viveiros de maior porte, especialmente para carpas e kinguios, portanto os mesmos cuidados devem ser tomados pelos piscicultores.

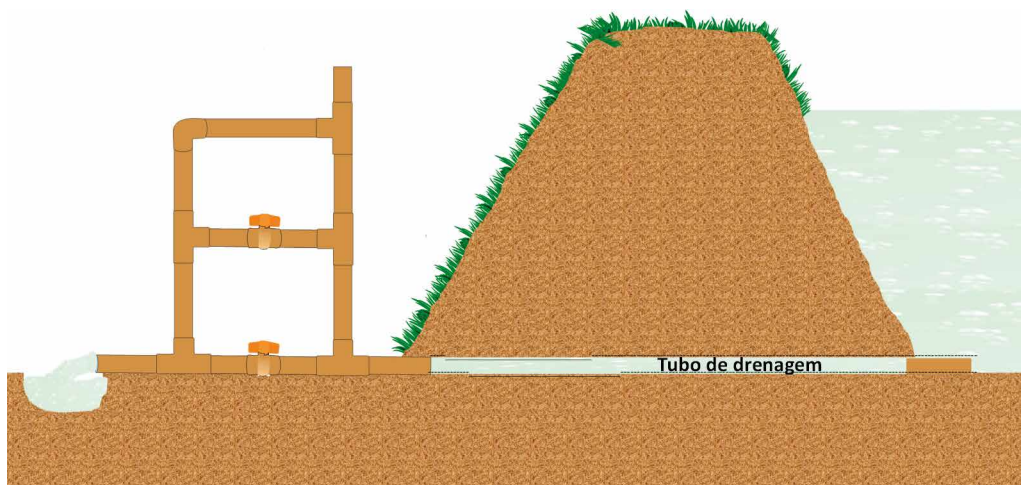


Figura 37. Estrutura de drenagem com controle de altura de nível por registros externos.

Ilustração: Fabrício Pereira Rezende e Diogo Silva Cardoso.

Na parte externa dos viveiros, encontram-se alocadas as valetas de drenagem, que podem ser feitas em leito de terra (Figura 31E) desde que sejam mantidas sempre limpas. Para reduzir os custos com limpeza e manutenção, recomenda-se revestir as valetas de drenagem. Para esse revestimento, podem ser utilizados vários tipos de materiais, porém o que apresenta maior durabilidade é o concreto ciclópico que é composto de grandes pedras. Os espaços entre elas são cobertos com concreto de traço 1:4 (cimento e areia média não peneirada).

De acordo com as Resoluções Conama nº 357/2005 e nº 430/2011 (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005, 2011), antes de lançarem a água efluente dos viveiros ou tanques no manancial, as valetas de drenagem devem direcionar a água para os tanques de tratamentos (decantação e polimento). A água efluente dos viveiros pode ser recondicionada pelo tratamento, decantação e armazenamento para reaproveitamento em sistemas de recirculação ou lançamento no manancial.

O efluente das pisciculturas contém geralmente apenas traços de nutrientes (nitrogênio e fósforo) e não representa redução na aplicação de fertilizantes à lavoura caso seja utilizada na fertirrigação. Seu reaproveitamento na irrigação, quando possível, mostra-se como uma opção para o destino da água, sem que seja necessário seu tratamento para reúso. É importante salientar que esse uso deve ser considerado também no processo de outorga de uso da água.

O sistema de drenagem mais usual em estruturas de pequeno porte é o cachimbo instalado na parte interna (Figura 38B). No entanto, por falta de espaço ou para evitar acidentes, utilizam-se tubos na parte externa das estruturas para realizar a drenagem. Dependendo da espécie e do interesse, o sistema pode servir para drenar a água da porção inferior (Figuras 39A, 39B e 39C) ou da porção superior (Figuras 38 e 39D). Em ambos os casos, o tubo principal (interno) é determinante para regular a altura da água, exemplo um tubo de 32 mm (Figura 39C) e o tubo externo (bitubo), exemplo com um tubo de 40 mm (Figura 39D), é utilizado para que a água do fundo seja drenada (Figura 39D).

Foto: Fabrício Pereira Rezende



Foto: Fabrício Pereira Rezende

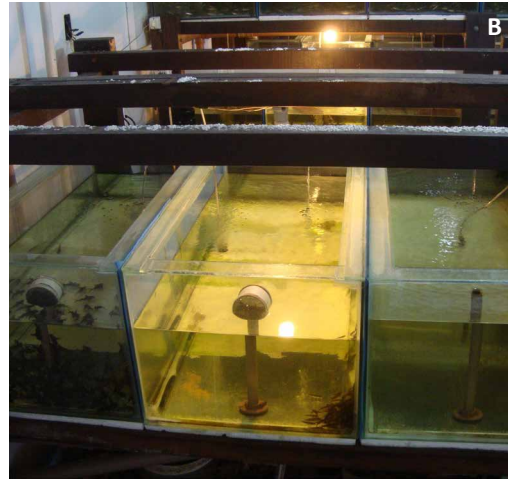
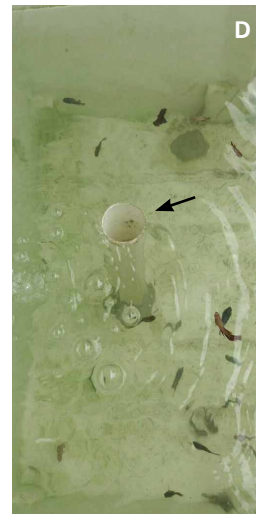
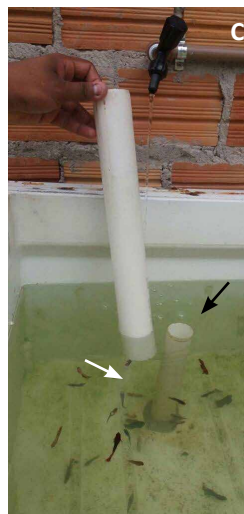
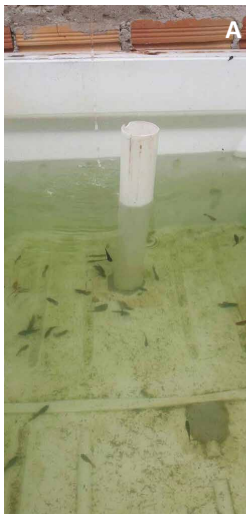


Figura 38. Sistema de drenagem de água: vista panorâmica da estante com os aquários e sistema de filtro (A); detalhe do tubo de PVC ocre com adaptação para evitar perda de juvenis na drenagem (B).



Fotos: Fabrício Menezes Ramos

Figura 39. Sistema de drenagem da água do fundo de caixas: tubo na parte funda da caixa posicionado ao centro (A); detalhe da sobreposição do tubo – o tubo principal com diâmetro menor é fixo na caixa por onde a água sai por cima (seta preta), e a tubulação maior possui furo ou ranhuras na parte inferior para que a água entre neste pelo fundo (seta branca) (B e C); tubo principal que determina o nível da água (D).

Tipos de materiais utilizados nos tanques

Diferentemente dos viveiros, os tanques possuem revestimentos, que podem ser de alvenaria, pedra, tijolo, concreto, lona ou manta vinílica. A princípio, os tanques eram empregados para alevinagem e manutenção de matrizes de peixes de corte nos procedimentos de reprodução com indução hormonal. São recomendados quando há necessidade de menor renovação de água e de manejo intenso. Os custos de produção são maiores e são sustentados pela maior produtividade. Os tanques são construídos, na maioria das vezes, em posição elevada no terreno, sendo abastecidos por derivação com sistema controlado de abastecimento e drenagem de água.

Bambu

Os tanques de bambu foram muito utilizados na produção de peixes ornamentais, especialmente no final da década de 1990 e início da década de 2000. Atualmente é pouco utilizado por ter menor durabilidade. São estruturas de baixo custo, porém demandam manutenções periódicas por causa do apodrecimento em curto período de tempo (cerca de 3 anos).

Em sua confecção, a mão de obra é exclusivamente artesanal. Os bambus são amarrados e entrelaçados nos vértices para conferir maior rigidez à estrutura. Em alguns empreendimentos, o piscicultor prende o vértice com uma haste de ferragem, que passa na vertical pelos bambus e os fixam ao solo para aumentar a rigidez e evitar que o tanque se deforme. Posteriormente, são revestidos com lona (200 μ m a 300 μ m), tendo o cuidado de deixá-la bem esticada e com as dobras dos vértices bem feitas, a fim de facilitar o manejo de limpeza e também por questões estéticas (Figura 40).

Os tanques de bambu podem ser construídos com múltiplas hastes amarradas e fixadas nos vértices, proporcionando uma estrutura resistente e prática de baixíssimo custo, a exemplo da estrutura de uma piscina de lona de pequeno volume.

Em alguns empreendimentos, além da construção de tanques, os bambus também são utilizados para acabamento e sustentação das estufas. No entanto, para estufas de maior porte, recomenda-se a sustentação com mourões e vigas de eucalipto (Figura 41).

Foto: Fabrício Pereira Rezende



A



Foto: Fabrício Pereira Rezende

Foto: Fabrício Pereira Rezende



C



Foto: Pedro Pierro Mendonça

Figura 40. Tanques de bambu, aspecto de acabamento: proteção por tela anti-insetos (A e C); vista superior de tanques de pequeno volume usados na produção de guppy (*Poecilia reticulata*) (B); furos no tanque tampados com fita isolante para evitar vazamentos (D).

Foto: Manuel Vazquez Vidal Júnior



A



Foto: Manuel Vazquez Vidal Júnior

Foto: Manuel Vazquez Vidal Júnior



C

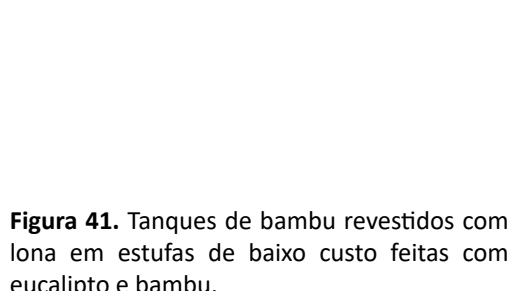


Figura 41. Tanques de bambu revestidos com lona em estufas de baixo custo feitas com eucalipto e bambu.

Na região de Muriaé, MG, durante cerca de uma década, os primeiros criadores de betta e outros peixes utilizavam o bambu como principal material para construção de estruturas, desde prateleiras e tanques até estufas.

Terra

No período de avanço tecnológico, os tanques de terra revestidos com lona (Figuras 42 a 46) foram muito utilizados nos sistemas de produção em larga escala, e conviveram paralelamente com os tanques de bambu, seus precur-

Foto: Manuel Vazquez Vidal Júnior



Foto: Manuel Vazquez Vidal Júnior



Foto: Manuel Vazquez Vidal Júnior



Foto: Manuel Vazquez Vidal Júnior



Figura 42. Etapas de construção de tanques de terra: terreno sendo preparado para implantação de tanques revestidos (A); solo escavado (B); preparação dos tanques com reboco interno de terra e ajustes das bordas (C); tanque com lona aplicada e cheio de água (D).

sores, nos primórdios de suas adaptações para maior funcionalidade. Esses dois modelos de tanques foram extensivamente utilizados, em razão de seu baixo custo de implantação e versatilidade em relação às caixas d'água e aos viveiros escavados em terra. Atualmente, ainda é um modelo de estrutura utilizado por vários piscicultores.

Na construção de tanques de terra, utiliza-se apenas solo argiloso, que, juntamente com água, é moldado de forma artesanal para dar liga ao material (Figura 42). Depois de moldados, os tanques de terra são revestidos de lona, ficando prontos para o manejo na produção. Esse tipo de tanque, na maioria das vezes, é escavado. No início, os piscicultores faziam a drenagem por sucção, por meio de sifonagem com mangueiras. Com o passar do tempo, observou-se que a escavação dos corredores entre os tanques bem como a instalação de tubulação de drenagem pelo fundo (Figuras 43 e 44) agilizavam as atividades de manejo e reduziam custos com mão de obra.



Figura 43. Tanques de terra – interior de estufas com diferentes níveis de aperfeiçoamento: sombrite retrátil a 1,8 m do piso (A); sombrite aberto (B); revestimento do corredor que funciona como canal de drenagem (C); estufa sem sombrite para controle de temperatura (D).



Figura 44. Tanques de terra: estufa em fase de montagem e tanques em produção antes da cobertura (A); tanques escavados e detalhe de abastecimento por tubo enterrado no local do corredor (B); lateral externa do tanque de terra (C); tanques de terra escavados (D).

Em algumas estufas, o sistema de drenagem precisa ser direcionado para a lateral externa, que, apesar de agilizar as atividades de manejo, exige a verificação do dreno na parte externa da estufa. Essas estruturas são utilizadas para todas as fases de cultivo: estocagem das matrizes, larvicultura, recria, acasalamentos e terminação dos peixes (Figuras 45 e 46).

Com o passar do tempo, os piscicultores foram ajustando as falhas verificadas na concepção desse tipo de estrutura e passaram a impermeabilizar o solo nos corredores entre as fileiras dos tanques, além de instalarem sistemas de drenagem e abastecimento que aumentaram sobremaneira a eficiência no manejo dessa estrutura.

Atualmente, assim como os tanques de bambu, os tanques de terra estão sendo substituídos pelos tanques de alvenaria. A necessidade de manutenção constante e a dificuldade na sua fabricação e no manejo da água (entrada e saída) são as principais desvantagens desse tipo de tanque, apesar de ter menor custo se considerar a mão de obra própria.

Foto: Fabrício Pereira Rezende



A



Foto: Fabrício Pereira Rezende

B



Foto: Fabrício Pereira Rezende

C



Foto: Fabrício Pereira Rezende

D



Foto: Fabrício Pereira Rezende

E

Figura 45. Tanques de terra: tanques escavados com acabamento rústico, sem sistema de drenagem instalado (A, B, D e E); saco de sal em cada um dos tanques, destacado nesta figura, que é usado no condicionamento de água para produção de molinésias (C).

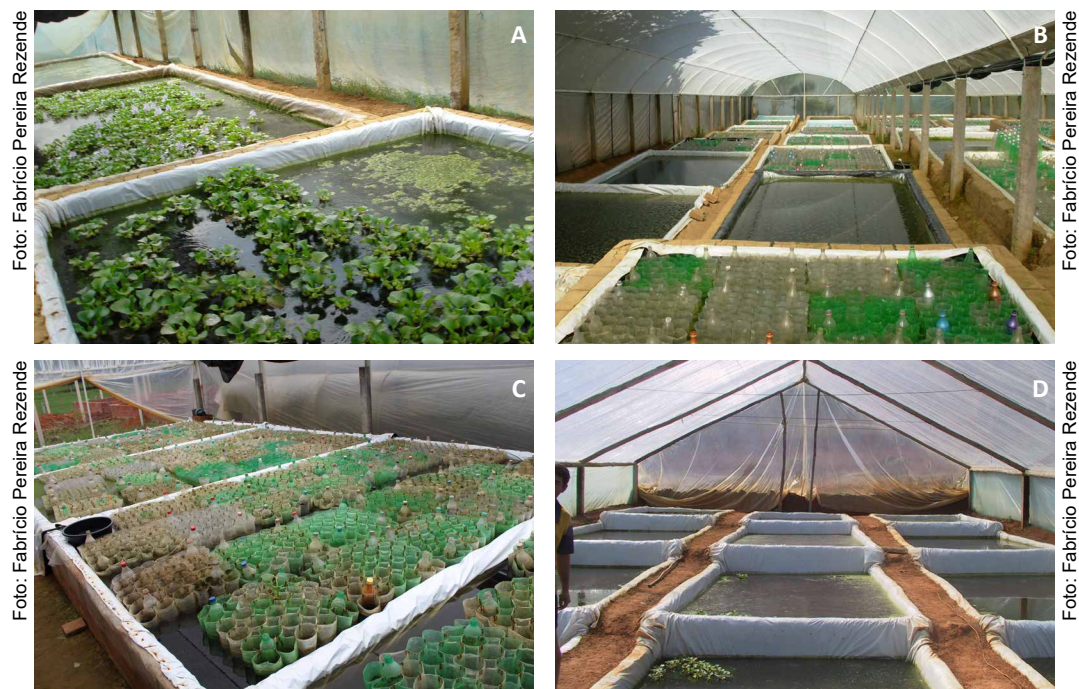


Figura 46. Tanques de terra localizados no município de Patrocínio de Muriaé, MG: fase de alevinagem e engorda de bettas (A e D); fase de terminação de bettas (B e C).

Alvenaria

Os tanques de alvenaria são muito utilizados na produção ornamental. Apresentam maior durabilidade e são os mais adequados quando há maior necessidade de renovação de água e manejo intenso.

Podem ser construídos em variados formatos (Figuras 47 a 51) – retangulares, circulares, etc. –, de acordo com a necessidade do piscicultor. Os materiais utilizados na construção desses tanques também são variados, como blocos e placas de concreto, tijolos e alvenaria, entre outros. Uma desvantagem da alvenaria (Figuras 47 a 49) é que o pH da água tende a aumentar quando em contato com o cimento, ficando levemente alcalina. A solução para isso é a impermeabilização com tinta epóxi ou o revestimento com lona plástica (Figuras 51C e 51D), caso o peixe a ser cultivado seja de pH ácido, como a maioria dos peixes amazônicos (acará-disco, neon-cardinal, entre outros).



Figura 47. Tanques de alvenaria: estufa com tanques hexagonais, sistema de drenagem por caixa central, abastecimento pela lateral interna e drenagem pelo fundo (A); tanques retangulares com abastecimento pela lateral externa e drenagem pelo fundo com valeta de escoamento entre as fileiras de tanques (B e D); tanques circulares com abastecimento pelas laterais e escoamento pelo centro ao fundo, em ambiente suspenso e protegido por tela antipássaros (C).

Nas Figuras 48B e 51D, mostram-se exemplos de dois tipos de tanques de alvenaria utilizados para criação de bettas em Patrocínio de Muriaé, MG. Os tanques de placas de concreto são estruturas simples de serem construídas, porém recomenda-se que sejam feitas com a supervisão de um engenheiro.

Além disso, os tanques podem ser limpos e higienizados com maior facilidade, permitindo assim maior controle com relação a doenças.

Outros modelos de estruturas construídas em alvenaria são os tanques em formatos hexagonais, os quais permitem maior aproveitamento de área e insumos na sua confecção, quando comparados aos tanques retangulares (Figura 52).

Foto: Guido Salardani Fernandes



A

Foto: Fabrício Pereira Rezende



B

Foto: Fabrício Pereira Rezende



C

Foto: Fabrício Pereira Rezende



D

Foto: Fabrício Pereira Rezende



E

Foto: Fabrício Pereira Rezende



F

Figura 48. Tanques de alvenaria: tanques retangulares de blocos de concreto em ambiente protegido por tela anti-insetos (A); tanques retangulares em fase de nivelamento do fundo para forração com lona (B); tanques retangulares também usados no manejo da reprodução de peixe de corte (C); tanques retangulares usados na depuração de peixes para embalagem (D); vista panorâmica de estrutura do tanque com os pilares para fixação da estufa (E); detalhe de ripa fixada na parte superior para auxiliar na fixação da lona com grampos (F).

Foto: Jonas Henrique de Souza Motta



Foto: Manuel Vazquez Vidal Júnior



Foto: Fabrício Pereira Rezende

Figura 49. Tanques de alvenaria: tanques retangulares com drenagem pelo vértice externo e tubulação de aeração pelo centro (A); tanques retangulares com sistemas de abastecimento, drenagem e aeração individualizados em ambiente protegido por tela anti-insetos (B); tanques retangulares de blocos de concreto e revestido com lona (C).

Foto: Marcio Aparecido Candido Nicassio



Fotos: Fabrício Pereira Rezende (B e C)

Figura 50. Tanques de placas de concreto: fase de montagem dos tanques com as placas de concreto (A); detalhe de instalação de dreno pelo fundo antes de forração com a lona (B); vista panorâmica da uma estufa e tanques em fase de montagem (C).

Foto: Fabrício Pereira Rezende



A



B

Foto: Fabrício Pereira Rezende

Foto: Fabrício Pereira Rezende



C



D

Foto: Fabrício Pereira Rezende

Figura 51. Tanques de placas de concreto: montagem da forma das placas (A); placas prontas nos moldes de fabricação (B); sistema de drenagem em tanque com forração de lona (C); vista panorâmica da estufa com corredor servindo de valeta de drenagem (D).

Foto: Pedro Pierro Mendonça



A



B

Foto: Pedro Pierro Mendonça

Figura 52. Tanques de concreto hexagonal (A); tanques de concreto retangular (B).

Caixas d'água

Muito utilizadas na criação de peixes ornamentais, as caixas d'água (Figura 53) são estruturas de pronto uso. Tanto as caixas plásticas, de fibra ou de PVC, quanto as caixas de fibrocimento são utilizadas para criação. Esta última, por sua vez, deve ser pintada com tinta à base de epóxi, pois ela pode provocar alterações no pH.



Figura 53. Produção em ambiente protegido: caixas d'água comerciais de fibrocimento (A e B), de polietileno (C) e fibra de vidro (D).

As caixas d'água são estruturas de fácil instalação e adequadas para sistemas de cultivo intensivo. Podem ser utilizadas em qualquer etapa da produção de peixes ornamentais. O uso de carcaças de geladeira revestidas internamente com lona também é uma alternativa ao uso de caixas d'água, em razão do preço, para empreendedores que queiram iniciar com pouco capital de investimento.

Piscinas de lona e tanques de vinilona

As piscinas de lona e os tanques de vinilona podem ser utilizados em todas as fases de cultivo, desde que certos cuidados sejam tomados no preparo e na manutenção da qualidade de água.

As piscinas de lona utilizadas na recreação em residências (Figura 54) são as mesmas utilizadas no cultivo de diversas espécies ornamentais. Apesar do baixo custo e da facilidade de montagem, dependendo da baixa qualidade do material, possuem baixa durabilidade quando expostas ao sol. Além disso, a estrutura metálica de sustentação é frágil e a lona resseca ao sol, e isso diminui sua elasticidade, forçando a deformação da estrutura de sustentação. Recomenda-se que o interessado pesquise sobre a qualidade do material das piscinas, para que a estrutura tenha maior vida útil.



Figura 54. Piscinas de lona: estrutura preparada para alocação em sistema de produção (A); detalhe do ambiente protegido com tela anti-insetos à esquerda e em estufa à direita (B); detalhe do sistema de abastecimento e aeração (C); vista interna da estufa (D).

De maneira geral, as piscinas de lona constituem uma alternativa de baixo custo e versátil para o produtor, principalmente na fase de armazenamento. No entanto, para aproveitar o baixo custo de implantação, é importante que a área onde serão alocadas as piscinas seja preparada cuidadosamente, pois qualquer pedra, toco ou resquício de vegetação podem perfurar a lona. O ideal é que, depois da limpeza e do nivelamento do local, sejam colocados plásticos ou telas (pode ser resto de sombrite) embaixo da área ocupada pela piscina, para maior proteção da lona.

Toda a tubulação (ar comprimido, entrada e saída de água) deve ser pensada antes do assentamento das piscinas, pois, uma vez no lugar, deve-se evitar o realocamento de piscinas, para evitar danos. Apesar disso, uma das grandes vantagens do uso de piscinas é justamente a mobilidade que elas fornecem ao produtor. Ou seja, caso seja necessário deslocar as piscinas de uma determinada área, por qualquer motivo, elas podem ser desmontadas e remontadas em outro local.

Dependendo da espécie a ser cultivada, as piscinas podem ser utilizadas em todas as fases da produção, mas, como foi mencionado, geralmente são utilizadas no setor de armazenamento. Já os tanques de vinilona (Figura 55), principalmente os de grandes volumes de água, podem ser utilizados para outras fases, como larvicultura e crescimento.

O uso de piscinas e/ou tanques de vinilona na larvicultura e no crescimento de peixes ocorre principalmente nas fazendas onde o produtor deseja aumentar o controle sobre a produção, diminuir a carga parasitária dentro do cultivo (boa parte dos parasitos de peixes estão presentes no fundo dos viveiros) e diminuir a mortalidade. Entretanto, para tal, deve-se ter o cuidado com a nutrição dos peixes, já que toda alimentação dependerá do manejo alimentar e/ou da água (regra para cultivos intensivos e superintensivos).

Os tanques de vinilona usualmente apresentam o formato circular e são revestidos por uma manta (geomembrana). Existem no mercado diversas marcas e preços, com altura que não ultrapassa 1,2 m e com tamanho variando de 0,5 m³ a 500 m³. Dependendo do fabricante, a manta pode ser sustentada por diversos materiais (Figuras 55 e 56): chapa de aço galvanizado, estrutura tubular de aço galvanizado, aço carbono ou tubo termoplástico, telas de aço galvanizado ou chapas de madeira.



Figura 55. Tanques de vinilona: área protegida com tela anti-insetos e tanques de engorda de ciprinídeos (A); sistema de abastecimento e drenagem em fase de instalação (B) e após montagem (C); sistema de abastecimento em fase de produção (D).

Quanto à composição das mantas, elas podem ser em polietileno de alta densidade (Pead) ou policloreto de vinila (PVC). O Pead, que é um plástico derivado do petróleo a partir do etileno, possui elevada resistência química, é atóxico e inodoro, porém é inflamável. Sua instalação é complexa e, independentemente das dimensões, necessita de equipe no local da instalação, por causa de sua rigidez. Sua soldagem é feita pelo processo de extrusão com solda quente.

A matéria-prima principal da manta de PVC é o sal marinho (57% de cloreto de sódio). Os 43% restantes são obtidos do petróleo na forma de eteno. Não transmite sabor nem odor, além de possuir elevada resistência a chamas e durabilidade superior a 15 anos. Sua instalação é mais rápida e prática (Figura 56). É maleável e flexível, facilitando sua manutenção e reparo com cola específica. Por essas qualidades, a manta de PVC é a mais utilizada na

aquicultura, ao contrário da manta de Pead, que é utilizada em aterros sanitários e/ou reservatórios de resíduos químicos.

Foto: Fabrício Pereira Rezende



Foto: Fabrício Pereira Rezende

Foto: Fabrício Pereira Rezende



Figura 56. Estrutura de cultivo com tanques circulares revestidos com manta sustentada por chapa de aço galvanizado (A); com tela de aço galvanizado (B); manta sustentada por tubos de polietileno de alta densidade (Pead) (C).

Aquários

Aquário é a estrutura mais difundida na manutenção de peixes ornamentais e constitui o principal destino dos peixes cultivados ou capturados. São amplamente utilizados em pisciculturas ornamentais, seja no cultivo propriamente dito, seja nas áreas de armazenamento e/ou venda. Com o desenvolvimento e o aprimoramento dos equipamentos, como aquecedor, termostato, filtros diversos, entre outros, os aquaristas aventuram-se na manutenção e criação de espécies e variedades já comercializadas ou ainda não produzidas comercialmente.

Os aquários podem ser confeccionados em vidro (material mais utilizado) ou piso cerâmico. Esta última opção possui menor custo, mas é viável apenas para aquários pequenos. Se o aquário for confeccionado em piso e, na parte

frontal, em vidro, há uma redução aproximada de 62% no custo final de produção (Fujimoto et al., 2014).

Outros materiais podem ser utilizados, como, por exemplo, a placa de acrílico, que, apesar de possuir maior valor, apresenta maior resistência à pressão bem como possibilidade de aumento da dimensão e do formato. As variações ocorrem de acordo com a disponibilidade de material e a função que terá o aquário.

Os aquários de produção, diferente de aquários de exposição e ornamentação, são posicionados em estantes com prateleiras que podem ser construídas em estrutura de metal, madeira, concreto ou alvenaria (Figuras 57 e 58). Em geral, são mantidos dentro de estufas ou galpões e, para otimizar a ocupação des-



Foto: Rodrigo Yudi Fujimoto



Foto: Rodrigo Yudi Fujimoto



Foto: Fabrício Pereira Rezende



Foto: Pedro Pierro Mendonça

Figura 57. Aquários de vidro em prateleira de alumínio na Embrapa Tabuleiros Costeiro, Aracaju, SE (A e B); aquário de vidro em prateleira de madeira (C); prateleira de concreto (D).

Foto: Rodrigo Yudi Fujimoto



Foto: Fabrício Menezes Ramos



Foto: Fabrício Menezes Ramos

Figura 58. Prateleiras de madeira com aquários de cerâmica utilizados na reprodução de peixe-folha (*Monocirrhus polyacanthus*) (A); aquários de cerâmica em fase de construção com a frente de vidro (B); prateleiras com aquários de vidro e vista geral dos sistemas de abastecimento e drenagem (C).

ses espaços, há necessidade de acomodar o maior número de aquários por área, por isso faz-se a verticalização da estrutura.

Apesar de serem muito utilizados, os aquários apresentam alto custo e baixa produtividade, assim seu uso só apresenta viabilidade para espécies com valor agregado elevado. Apesar de o aquário poder ser utilizado em todas as fases do cultivo, o ideal é sua utilização apenas na fase de reprodução. Nas demais fases, devem ser utilizadas caixas, piscinas, tanques ou viveiros. Isso se explica pela produtividade, pois, em termos de produção por área, os aquários ficam atrás de seus concorrentes (caixas plásticas de grande volume, viveiros, tanques, etc.).

No entanto, existem algumas espécies de peixes ornamentais cujo cultivo pode ser realizado integralmente em aquários, por exemplo, o acará-disco. Tal espécie apresenta algumas dificuldades durante o ciclo de produção, prin-

principalmente no que diz respeito à qualidade de água. Por isso, o controle de água proporcionado pelos cultivos em aquários aparece como aliado para seu cultivo, e a melhor justificativa para a baixa produtividade é o alto valor agregado dessa espécie. Apesar disso, no que se refere particularmente ao acará-disco, considerando também a constância na oferta, seu futuro está na produção em tanques de pequeno porte e/ou tanques de vinilona com volume médio.

Já para outras espécies, cujo cultivo é inteiramente realizado em viveiros, os aquários podem ser utilizados na área de venda, para que o comprador tenha ideia de como aquele animal ficará exposto na sua loja. Dessa forma, comprador tem uma perspectiva mais fiel do produto.

Gaiolas flutuantes

O uso de gaiolas flutuantes possui o mesmo princípio da produção de peixes de corte em tanques-rede, porém as gaiolas flutuantes são fabricadas com materiais de baixo custo (ex.: tela de mosquito, nylon verde) e usualmente são retangulares (Figuras 59A e 59B). As gaiolas são as mesmas utilizadas na fase inicial dos peixes de corte e têm formato quadrado. Essas estruturas são alojadas dentro de um viveiro escavado e fixadas com auxílio de estacas de madeira. Seu objetivo é separar os lotes de peixe por linhagem, espécie, tamanho ou mesmo para reprodução, como ocorre para peixes vivíparos. As matrizes selecionadas são colocadas dentro das gaiolas flutuantes, enquanto os alevinos saem pela tela, funcionando como uma grande incubadora para peixes vivíparos.

Na produção de poecílídeos, é comum piscicultores mais experientes utilizarem gaiolas para contenção das matrizes (Figuras 59C e 59D). O manejo é facilitado e o aproveitamento dos alevinos é maximizado por evitar o canibalismo dos alevinos recém-nascidos pelas matrizes.

Na engorda, visando aumentar a densidade de estocagem, usam-se aeradores no entorno, mangueira porosa ou pedra porosa dentro das estruturas, ou mesmo uma entrada de água de melhor qualidade em cada estrutura. Nessas estruturas de cultivo, a despesca é facilitada pelo levantamento da tela.



Foto: Guido Salardani Fernandes

Foto: Guido Salardani Fernandes

Foto: Fabrício Pereira Rezende

Foto: Fabrício Pereira Rezende

Figura 59. Encaixe de conexão e cano para suporte no conjunto de boias de gaiolas flutuantes (A); vista panorâmica de gaiolas usadas na engorda de kinguios em barragem (B); gaiolas para separação de matrizes e filhotes em tanques de produção de molinésias (C e D).

Estruturas de suporte ao cultivo

Filtros de água

Os filtros são necessários para o condicionamento da água já utilizada na produção de peixes, visando seu reúso nos sistemas aquícolas com recirculação (RAS, do inglês *recirculating aquaculture system*). Nesse ponto, os filtros podem atuar na retenção de partículas sólidas (filtração mecânica), na ciclagem de micronutrientes solúveis na água (filtração biológica) e na retenção ou eliminação dos nutrientes, metabólitos e alguns compostos indesejáveis na água de cultivo (filtração química).

Em alguns casos, para reduzir o risco de perdas por infestações fúngicas ou bacterianas, utilizam-se ainda filtros suplementares germicidas por irradiação ultravioleta e/ou dispersão de ozônio para controle de patógenos e microal-

gas. É importante ressaltar que usar apenas um tipo de filtro dificilmente permitirá o condicionamento da água em níveis adequados para reúso, a fim de alcançar eficiência na produção.

Os filtros mecânicos, cujo propósito é a retenção de partículas, podem ser separados em algumas categorias, entre as quais se destacam as seguintes:

- a) **Filtro de decantação ou tanque de decantação** – reservatório de maior profundidade e/ou com barreira física, onde a água passa com menor velocidade, de modo que as partículas pesadas sedimentem e acumulem no fundo do filtro. Possui baixo custo e requer apenas a estrutura física e a manutenção para coleta periódica do material decantado.
- b) **Filtro de areia (para piscina)** – compartimento preenchido por areia com granulometria intermediária (0,25 mm a 0,35 mm), que recebe a água pressurizada. É eficiente, mas requer uma bomba para seu funcionamento, além de mão de obra para acionar a retrolavagem, visto que o sistema automatizado para retrolavagem ainda não tem custo-benefício atrativo (Figura 60).
- c) **Filtro de discos** – seu funcionamento é semelhante ao do filtro de areia. Consiste em um compartimento com discos sobrepostos que apresentem pequenos frisos entre si. É eficiente na filtragem da água, mas necessita de uma bomba para funcionamento. Além do custo com energia, necessita de mão de obra para acionar a retrolavagem, uma vez que os sistemas automatizados ainda têm custo elevado.
- d) **Filtro de manta acrílica** – também considerado um bom filtro mecânico. A água geralmente passa por camadas de manta acrílica, na qual ficam retidas impurezas. Apresenta baixo custo e é de fácil manutenção.
- e) **Filtro de tecido de nylon (organza)** – considerado um excelente filtro mecânico em razão de seu baixo custo e praticidade de manufatura, instalação e limpeza. Seu único inconveniente é necessitar de mão de obra para limpeza periódica.
- f) **Filtro de cartucho ou cunho** – existem modelos tanto para filtragem da água e do ar. Possui diferentes porosidades (0,3 μ m a 300 μ m). Sua instalação é fácil, mas possui alto custo, pois exige troca periódica do cartucho e elevada pressão de água ou ar.

Foto: Fabrício Menezes Ramos



Foto: Fabrício Pereira Rezende

Figura 60. Filtro de areia (para piscina): instalações hidráulicas (A e B); filtro de 520 L com bomba de 3,0 cv, 32 m³/h em sistema de 50 m³ (B).

A instalação dos filtros mecânicos é importante para o bom funcionamento dos demais filtros do sistema de condicionamento de água, tais como filtro biológico, irradiação ultravioleta (UV) e/ou por ozônio. Os filtros mecânicos proporcionam algumas vantagens: reduzem a carga orgânica do biofiltro, não obstruindo os substratos para colonização das bactérias; torna a água mais transparente, aumentando a ação do filtro UV; possui efeito estabilizador nos processos de biofiltração para todo o sistema aquícola de recirculação (RAS).

Os filtros biológicos devem atuar depois da etapa de filtragem mecânica e podem ser de três tipos básicos: a) filtro com substrato imerso (Figura 61A); b) filtro com substrato emerso (Figura 61B); e c) filtro com plantas, *wetland*, jardim filtrante ou zona de raízes (Figuras 61C e 61D). Em qualquer um deles, o substrato deve apresentar elevada área por volume (aproximadamente 10% do volume total do sistema, dependendo da qualidade do substrato), visto que é sobre essa área que as bactérias nitrificantes (ex.: *Nitrobacter* e *Nitrossomonas*) se aderem, desenvolvem e atuam na redução da amônia a nitrato e nitrito. No filtro rizosférico, ocorre a absorção do nitrato e fosfato pelos vegetais (Mendonça et al., 2012), o que auxilia no processo de biorremediação da água para reúso em sistemas aquícolas.

Foto: Fabrício Pereira Rezende



Foto: Fabrício Pereira Rezende

Foto: Fabrício Pereira Rezende



Foto: Fabrício Pereira Rezende

Foto: Fabrício Pereira Rezende



Foto: Fabrício Pereira Rezende

Figura 61. Filtro biológico: com mídias fluidizáveis compostas por recortes de conduítes com 30 mm (A); com mídias de nanoesferas em camadas semi-inundadas ou *dry-wet* (B); filtro rizoférico (C); detalhe da drenagem do filtro rizoférico para o tanque de abastecimento (D); filtro *dry-wet* (E); detalhe de compartimento com lã filtrante no filtro *dry-wet* (F).

Na filtragem química, um compartimento preenchido por material particulado com capacidade adsortiva (ex.: carvão ativado e minerais zeólitos; Figuras 62A e 62B) coleta nutrientes solúveis em água que não são interessantes em sistemas fechados de recirculação, os quais não foram completamente removidos na filtragem mecânica e biológica, sendo importantes para a produção primária em viveiros.



Figura 62. Filtro de adsorção: bolsa com carvão ativado (A); bolsa com zeólita ZN (B).

Os filtros escumadores, também conhecidos pelo termo *skimmer*, são uma opção utilizada por criadores de peixes ornamentais marinhos para remoção de aminoácidos, gorduras, carboidratos, entre outras partículas em suspensão na água, que não foram removidas pela filtragem mecânica (em razão de seu pequeno tamanho) nem pela filtragem biológica. São utilizados nos cultivos com o objetivo de retirar a “espuma proteica” amarela, espessa e fétida, que fica acumulada em um dos compartimentos do filtro. Baseia-se na injeção (sob pressão) de microbolhas por uma bomba em uma coluna d’água, no interior de um corpo cilíndrico e comprido. As partículas fixam-se nas bolhas por ação eletrostática e, ao atingirem a superfície, formam uma espuma proteica que passa a ficar armazenada em outro recipiente e precisa ser removida periodicamente. Existem diversos modelos, desde os artesanais até aqueles sofisticados.

Os clarificadores, apesar de não serem equipamentos, são produtos químicos utilizados com o objetivo de tornar a água de cultivo menos turva. Através da adição de substâncias, como, por exemplo, o sulfato de alumínio, que tem função floculante, as partículas finas (orgânicas ou sais) se precipitam e

são mais facilmente removidas com a filtragem mecânica ou removidas pela sifonagem.

Os filtros germicidas ainda são caros e devem ser utilizados em RAS para produção superintensiva de espécies de elevado valor unitário. Os dois principais tipos de filtros germicidas são os seguintes: a) irradiação ultravioleta (Figura 63); e b) injeção de ozônio. Esses, na maioria das vezes, não são instalados em sequência como os anteriores, e sim como anexos, na caixa de retorno ou reservatório do RAS.



Figura 63. Vista panorâmica das tubulações hidráulicas (A) de um filtro germicida de irradiação ultravioleta multilâmpada em RAS de grande volume (B); filtro ultravioleta monolâmpada aco-
plado em sistema de filtragem (C).

No aquarismo, o termo *sump* é utilizado para descrever um sistema de filtragem, no qual se utiliza uma caixa com diversas divisórias e, em cada uma delas, ocorre um tipo de filtragem. A água passa inicialmente por filtragem

mecânica (manta acrílica) e depois por várias divisórias preenchidas por mídias biológicas, que podem ser de material cerâmico (caco de telha, caco de tijolo ou mídia porosa de cerâmica) ou plástico (pedaços de rede, tampas de garrafas, pedaços de conduíte, mídias plásticas fluidizáveis ou não). Após a filtragem biológica, coloca-se carvão ativado e/ou um filtro *skimmer* e, antes de retornar ao aquário, um filtro ultravioleta.

A grande vantagem do *sump* é a utilização dos diversos mecanismos de filtragem com complexidades diferentes para obtenção de um resultado final eficiente. Possui um reduzido valor pelo fato de ser elaborado pelo próprio piscicultor, com auxílio dos leiautes disponíveis na internet. Por sua vez, o filtro *canister*, disponível em diversas marcas e modelos similares ao padrão industrial, possui alto valor de mercado, porém exige muito menos espaço e tem maior facilidade de manutenção a partir do sistema de retrolavagem.

Estufas

As estufas são bastante utilizadas pelos criadores de peixes ornamentais. Trata-se de uma estrutura importante, que permite ao produtor manter a produção durante o ano todo, principalmente nas regiões frias. Além de aquecer e permitir o controle da temperatura do ambiente interno, a estufa impede a entrada de predadores. Por ser um ambiente de cultivo *in door* (fechado e controlado) (Figura 64), permite ao produtor realizar desovas durante todo o ano, possibilitando a comercialização dos peixes nas épocas de alto comércio.

Essas estruturas são utilizadas para propiciar um ambiente aquecido para o cultivo, e esse aquecimento auxilia na velocidade de crescimento, antecipa a desova e aumenta a taxa de sobrevivência dos filhotes.

Cobertura por telas antipássaros e anti-insetos

Como as espécies ornamentais são coloridas e chamam muito atenção dos predadores, principalmente aves piscívoras como bem-te-vi, mergulhão, martim-pescador, garças e morcego-pescador, é fundamental a proteção dos viveiros com telas antipássaros.

No mercado, é possível encontrar telas antipássaros com malha variando de 5 mm a 100 mm, sendo a tela intermediária de 50 mm a mais usual. Essas telas



Figura 64. Vista geral de uma estufa e marcação interna da posição das placas de concreto que vão compor os tanques (A); sistema de drenagem de chuva entre estufas geminadas (B); canaleta de alumínio para fixação de lona com mola e ponto de fixação de cortina lateral (C); vista da lateral de estufa com a cortina suspensa e tela sombrite já instalada antes da montagem dos tanques de concreto (D).

são fabricadas em polietileno e possuem proteção contra raios ultravioleta, são leves, permitem a ventilação e são de fácil instalação.

Em viveiros escavados, a tela pode ser esticada rente ao solo, distando entre 0,30 m e 0,50 m da superfície da água, e aproximadamente a mesma distância da borda dos viveiros. Podem ser fixadas ao solo com gancho de metal ou estacas de madeira. A cada intervalo de 3 m a 5 m, um arame liso deve estar esticado, para apoiar a malha, prendendo-a nos dois lados de maior comprimento do viveiro a fim de que a tela fique bem esticada sem formar barriga.

Quando o manejo exigir maior intervenção dentro do viveiro, no caso das gaiolas flutuantes, por exemplo, a construção de uma estrutura para aumentar a altura da tela é necessária.

Como os predadores são de tamanhos diferentes, o tamanho da malha deve ser proporcional a tal variação. Nos cultivos de espécies pequenas (ex.: espada, molinésia, guppy) e nos tanques de larvicultura e de primeira engorda, devem-se utilizar telas com malha pequena, para evitar, além dos pássaros, os insetos predadores, principalmente as náíades de Odonata. As telas de sombreamento (sombrite) são ideais para tal finalidade. Na aquicultura, elas são tratadas como telas anti-insetos (Figura 65).

Foto: Jonas Henrique de Souza Motta



Foto: Jonas Henrique de Souza Motta



Foto: Fabrício Pereira Rezende



Foto: Jonas Henrique de Souza Motta



Figura 65. Proteção com telas anti-insetos: área tipo galpão protegida (A); sequência de tanques de alvenaria protegidos (B); extensa área de tanques protegida (C); proteção de tanques individualmente (D).

Os tanques destinados à fase de crescimento e terminação de peixes relativamente grandes (ex.: carpa, kinguio, acará-bandeira) podem ser cobertos com telas antipássaros, cuja malha é mais aberta. O tamanho exato varia de acordo com o tipo de predador que existe na região do empreendimento. Nos locais onde existem apenas garças e outras aves de grande porte, podem-se utilizar telas com malha grande. No entanto, nos locais onde é comum a presença

do martim-pescador, as telas devem ter tamanho de malha médio (cerca de 40 mm).

Para fixação das telas, pode-se utilizar mourão para cerca ou mesmo suportes de concreto. Estes últimos são os mais duradouros. Os arames galvanizados são estendidos ligando os mourões, e são fixados em catracas que esticam toda a armação. Como dificilmente o produtor conseguirá comprar a tela com tamanho suficiente para cobrir toda a área dos viveiros, podem ser necessárias algumas emendas. Para isso, basta o produtor “costurar” as telas umas nas outras, usando fios de nylon, pelos limites laterais, até que toda a área dos viveiros esteja coberta. As telas devem ter tamanho suficiente para cobrir os viveiros, e suas extremidades devem ser enterradas a pelo menos 0,5 m de profundidade ou costuradas em um arame fixado nos mourões rente ao chão (Figura 66).



Figura 66. Proteção com telas antipássaros: linhas de náilon dispostas sobre um viveiro com espaço de 40 cm entre elas (A e B); acabamento na costura da tela anti-insetos em arame próximo ao solo (C e D).

Conforme descrito anteriormente, a tela deve ser fixada pelas extremidades. No entanto, em grandes áreas (ex.: locais onde há vários viveiros enfileirados), pode ser necessário que, entre os viveiros, sejam colocadas estruturas de suporte similar às utilizadas nas extremidades, para que a tela não fique muito próxima ao chão (a altura ideal é aquela que permita que os funcionários transitem sem precisar se abaixar). Muitos produtores utilizam bambus nas áreas entre os tanques, por ser de baixo custo e de fácil manejo. No entanto, deve-se tomar certo cuidado ao usar os bambus para que não ocorram danos à tela. Para isso, deve-se fixar o bambu nos arames, e não diretamente nas telas, mas o ideal é o uso de mourões ou suportes de concreto.

Em algumas propriedades, é comum ocorrerem ataques por lontras e cobras d'água. Para diminuir a ação de tais predadores, podem-se construir pequenos muros (de 0,8 m a 1,0 m) nas extremidades da área dos viveiros. Nesses casos, o produtor deve prender as extremidades da tela no muro. Outra possibilidade é a adoção de cerca elétrica semelhante às utilizadas na criação de caprinos e ovinos.

Aquecedores e resfriadores de água

Os aquecedores são aparelhos elétricos utilizados para controlar a temperatura da água nas estruturas de cultivo. Existem quatro tipos de aquecedores: 1) aquecedor comum de vidro com resistência interna, utilizado na proporção de 1 watt/L de água para manter a temperatura em 28 °C; 2) aquecedor de vidro com termostato que permite regulação para manter a temperatura na faixa escolhida; 3) aquecedores de titânio para volumes de água superiores a 5 m³; 4) aquecedores a gás, com a água passando por uma caldeira e percorrendo uma serpentina no interior do tanque que precisa ser aquecido.

Para reduzir a temperatura da água, existe no mercado um aparelho, conhecido como *chiller*, com tecnologia similar à de aparelhos de ar condicionado. Nesse sistema de refrigeração, a água passa em compartimento do aparelho com uma serpentina gelada e retorna ao sistema de cultivo com a temperatura desejada (Figura 67).

Área de matrizes e reprodução

A área de matrizes e reprodução deve ser um ambiente seguro, sem barulho que possa estressar os animais e com o maior controle possível das condi-

Foto: Fabrício Pereira Rezende



Figura 67. Adaptação de aparelho de ar condicionado com central eletrônica de controle de temperatura regulado por sonda aquática, para monitoramento da temperatura da água em tempo real.

ções ambientais, como temperatura e luminosidade (Figura 68). Esse ambiente deve ser restrito apenas a pessoas responsáveis pelo manejo dos animais (alimentação, reprodução e limpeza do ambiente e da estrutura de cultivo). Reprodutores estressados geralmente não desovam, e, quando isso ocorre, as desovas são pouco numerosas ou os reprodutores comem os ovos. Vale lembrar que as matrizes devem receber a melhor alimentação possível a fim de potencializar suas desovas, bem como sua saúde e longevidade.

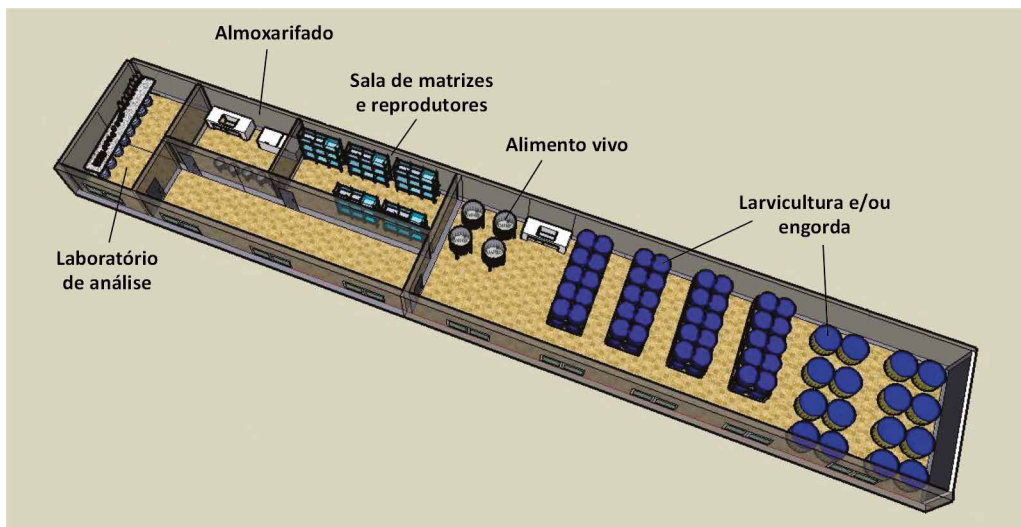


Figura 68. Distribuição dos setores de um sistema de cultivo *in door* em galpão com 100 m² (4 m x 25 m) de peixes ornamentais.

Ilustração: Fabrício Menezes Ramos.

Para determinadas espécies, a área de manutenção das matrizes e a sala de reprodução são embutidas num único ambiente (ex.: acará-disco e acará-bandeira). Esses ambientes devem ser tranquilos, com acesso restrito, onde, preferencialmente, trabalhem poucos funcionários e, se possível, em horários pontuais. O funcionário deve entrar no espaço apenas para alimentar os peixes, fazer o manejo de qualidade de água e, quando necessário, retirar as desovas ou larvas. Assim, o produtor consegue aumentar o aproveitamento das desovas e melhorar o desempenho reprodutivo para as espécies que necessitam de ambientes menos estressantes.

Para espécies de maior porte (ex.: carpa e kinguio) que necessitam passar por um período preparatório em viveiros, caso o produtor adote o sistema de reprodução *in door*, devem ser preparadas duas áreas distintas. A primeira seria uma área com tanques de lona, piscinas ou tanques de concreto, com fundo de terra (mais comum) ou revestidos, onde os animais possam ser mantidos separados, geralmente por linhagem. Durante o período reprodutivo, os peixes são escolhidos dentro do padrão da linhagem de interesse, e machos e fêmeas são colocados em lotes separados, cada qual em tanques para reprodução.

A segunda área faz-se necessária para a reprodução, onde machos e fêmeas serão acondicionados juntos. Geralmente são utilizadas áreas cobertas para que se possa fazer o controle da temperatura da água, mas áreas não cobertas também podem ser utilizadas. Nessa fase, os tanques de fibra, vinilona ou de alvenaria preferencialmente revestidos por lona são os mais utilizados. Ao planejar essa área, o produtor deve ter em mente que os peixes precisam de um tanque com tamanho suficiente para realizar todo o processo reprodutivo: corte, acasalamento e desova.

A área de matrizes deve ficar afastada das áreas de larvicultura e crescimento, por causa do intenso manejo nestas últimas. Deve-se lembrar de que, passadas as fases de incubação e embrião livre, as larvas devem ser liberadas nos tanques de larvicultura. Caso esses tanques estejam muito afastados, pode ser necessário o transporte com veículo, para evitar perdas por estresse e mortalidade de larvas pós-transporte.

Local de armazenamento de ração

Na piscicultura ornamental, o volume de ração utilizado é menor quando comparado à piscicultura de corte. Como as rações comerciais apresentam durabilidade de 4 a 6 meses após a data de fabricação, comprar grandes quantidades de ração não seria prudente. Na maioria dos empreendimentos, não é necessário um local de armazenamento de grande porte, e pequenas áreas são suficientes para atender a demanda.

O tamanho da área deve ser calculado com base no tamanho da produção (volume de ração utilizado no período de 1 a 3 meses) e na durabilidade média das rações utilizadas. As pisciculturas produtoras de carpas e kinguios em grande

escala utilizam rações para peixe de corte e em maior quantidade. Nesses casos, há necessidade de um galpão bem ventilado e de páletes para armazenamento das rações, a fim de prolongar sua qualidade dentro do prazo de validade.

Considerando as condições atuais do mercado fornecedor de rações, mais importante do que ter um grande local para armazenamento de ração, é ter mais de um fornecedor para as rações utilizadas na produção. É recorrente os fornecedores deixarem de fazer a entrega ou não possuírem a ração quando o produtor precisa. Por isso, é importante que se tenha um plano B para aquisição de rações. Com a evolução e estruturação da cadeia de valor dos peixes ornamentais, espera-se que esse tipo de inconstância no fornecimento seja superado em alguns anos, permitindo um controle mais eficaz no planejamento e na execução da produção.

Independentemente do tamanho da área de armazenamento, alguns cuidados devem ser tomados no momento do seu planejamento. O local tem de ser seco e arejado. Os sacos de ração não podem ficar em contato direto com o chão, por isso devem ser utilizados páletes de madeira ou plástico para resolver esse problema. Por último, nenhum animal deve ter acesso ao local, roedores e pássaros principalmente. Mesmo os animais domésticos (ex.: cachorros e gatos) devem ser mantidos afastados dessa área, para evitar perdas e contaminações.

Almoxarifado

O almoxarifado é o setor destinado ao armazenamento de utensílios, como redes e puçás, tubulações e conexões, ferramentas, medicamentos, aditivos alimentares, etc. Cada grupo de material deve ter sua estante ou compartimento separado: alimento seco fechado deve ser armazenado em prateleiras; alimento seco aberto, na geladeira; e alimento congelado [ex.: artêmia (*Artemia* spp.) ou *bloodworm* (larvas de mosquitos da família Chironomidae) congelados] no freezer. Produtos químicos devem ficar sempre longe dos alimentos para evitar contaminação.

Assim como os demais ramos da aquicultura, a piscicultura ornamental demanda equipamentos específicos (ex.: puçás, redes de pescaria, redes de pesca, baldes e bombonas), por isso deve-se construir um local com tamanho adequado para o armazenamento dos equipamentos, possibilitando o trânsito de pessoas.

As características do almoxarifado são as mesmas sugeridas para o local de armazenamento de ração (seco, arejado e livre de animais). Os pequenos roedores se apresentam como principal problema nesses ambientes. Além de fazerem ninho nas malhas das redes e nos puçás, eles roem o tecido e inutilizam o produto.

O armazenamento de medicamentos é um pouco mais complexo já que diversos produtos apresentam necessidades especiais, principalmente quanto à temperatura de armazenamento e proteção contra luminosidade. O mais correto é ler a bula do produto e seguir suas recomendações.

Periodicamente, dependendo do uso, todos os instrumentos utilizados no manejo devem ser cuidadosamente higienizados por lavagem com água e sabão, e desinfetados com formol (37%) diluído a 5% por 5 minutos. A solução de NaCl a 5% também apresenta bom efeito desinfetante. Recomenda-se também que os instrumentos utilizados sejam individualizados por aquário, por estantes ou por grupo de tanque, de modo a não disseminar doenças. Ao utilizar as soluções de formalina, o manipulador deverá utilizar equipamento de proteção individual (EPI), luva e máscara.

Área de quarentena

A área de quarentena é fundamental na piscicultura ornamental, mas muitas vezes esse setor é negligenciado ou esquecido no planejamento. É uma área importante para evitar que doenças e patógenos contaminem e infestem a piscicultura, principalmente quando se adquirem novos peixes. Esse setor deve ser instalado fora do sistema de produção principal. A quarentena pode ser realizada em tanques de concreto, PVC ou em aquários. Todo material utilizado na área de quarentena deve permanecer no setor e sua desinfecção deve ocorrer no mesmo ambiente.

Assim é importante que, no momento da introdução de peixes na criação, eles sejam examinados e banhados com soluções adequadas preventivamente, antes do período de quarentena.

A quarentena é vital na criação, para evitar a entrada de parasitos no sistema de cultivo. Os peixes recém-adquiridos devem ser submetidos a tanques isolados dos demais animais da criação. O tempo de quarentena nunca deve

ser inferior a 30 dias e, durante esse período, os peixes devem ser permanentemente observados de forma cuidadosa. No caso de alguma anormalidade comportamental ou física, devem ser examinados por profissional competente e, se for o caso, aplicar o tratamento recomendado, o qual deve levar em conta o tipo de agente etiológico e o valor comercial dos animais em questão.

A área de quarentena é semelhante à de matrizes e reprodutores, ou seja, trata-se de um local sem condições estressantes para os animais, com controle das condições ambientais e acesso restrito a pessoas responsáveis pelo setor.

Aqueles que possuem acesso a essa área devem ser capacitados para tal finalidade, a fim de evitar a disseminação de doenças para outros locais de produção. Somente após a verificação da sanidade dos peixes por profissional qualificado, podem-se liberar os peixes para o setor de produção. Mais detalhes de doenças, quarentena e profilaxia estão no [Capítulo 4 – Sanidade](#).

A frequente observação de alevinos, juvenis, matrizes e reprodutores também é importante, para que animais mortos e doentes sejam eliminados e para o controle da densidade populacional nos tanques. A profilaxia é de fundamental importância para reduzir e, até mesmo, evitar a incidência de doenças infecciosas ou parasitárias. Em caso de ocorrência de infestação nos viveiros, utilizam-se 200 g de cal virgem por metro quadrado, que devem ser aplicados no fundo e nas paredes dos viveiros, deixando secar ao sol por 10 dias, após o término de cada ciclo de cultivo.

Planejamento da produção

A primeira pergunta de quase todo empresário que é confrontado com a ideia de produzir peixes ornamentais é a seguinte: quanto eu preciso gastar para começar a produzir peixes ornamentais? Apesar de ser uma pergunta óbvia e recorrente, a resposta é complexa e depende amplamente de diversas variáveis. Dessa forma, tal valor é calculado de acordo com os custos, que podem variar entre as regiões. Sendo assim, o correto é o produtor ter em mãos o projeto e pesquisar os valores mais acessíveis dentro de suas possibilidades.

Outro ponto importante é entender que o produtor que pretende se engajar na piscicultura ornamental dificilmente vai começar como um grande pisci-

cultor. Diversas etapas devem ser superadas até que o pequeno empresário se estabeleça e alcance um patamar de grande produtor.

Na verdade, ao olhar os grandes produtores, poucos questionam como foi a história por trás do sucesso daquela produção, como foi o início, e, se o fizer, verá que a evolução é lenta, meticulosa e nem sempre perfeita. O produtor deve estar sempre estudando novas possibilidades, novos sistemas de cultivo, novos equipamentos. A aquicultura evolui rapidamente assim como as tecnologias envolvidas na área, por isso é dever do produtor acompanhar as mudanças e contribuir para a evolução de seu empreendimento.

Entretanto, ao escolher produzir peixes ornamentais, o produtor deve eleger a espécie que será seu “peixe de combate”, ou seja, o carro-chefe da fazenda. Os primeiros investimentos e boa parte do aporte financeiro devem ser direcionados para a infraestrutura de produção dessa espécie. Apesar de ser difícil calcular o valor exato, dependendo da espécie escolhida o produtor consegue ter uma ideia do custo geral de infraestrutura.

Para espécies cuja produção é realizada unicamente em viveiros escavados, o produtor deve ter em mente que boa parte do investimento será destinada ao aluguel de máquinas pesadas (ex.: tratores, microtratores e implementos) para correção e escavação da área dos tanques e das valas principalmente. As áreas de seleção e de venda também geram gastos, assim como a aquisição de tubulações necessárias e equipamentos específicos (ex.: redes, puçás, tambores e aquários). Apesar de o investimento não ser baixo, deve-se escolher, entre as possibilidades, o sistema menos oneroso.

Se o produtor escolher o uso de sistemas mistos de produção, o custo é mais elevado, pois, além do investimento mencionado anteriormente, o produtor ainda precisará investir em áreas de manutenção de reprodutores, reprodução e, por vezes, de larvicultura. O custo é mais alto, mas a produção é mais controlada.

Já a produção *in door*, como já foi mencionado, necessita de alto investimento inicial, com aquários, tanques, piscinas e sistemas de manutenção e adequação da qualidade da água (ex.: bombas, filtros ultravioleta, *skimmer*, clarificadores e ozonizadores). Geralmente tais sistemas são construídos em estufas de alvenaria, o que aumenta ainda mais o custo da produção.

Manejo produtivo

Em razão da diversidade de espécies cultivadas com fins de ornamentação e aquarioria, é aceitável que existam também diferentes sistemas de manejo, que são, na verdade, alterações que buscam a melhor adequação à produção da espécie-alvo.

É importante salientar que, apesar de existirem formas erradas de se cultivar determinada espécie, não existe uma única forma correta de realizar o cultivo. O produtor deve adequar as necessidades da espécie às possibilidades da sua fazenda, no que diz respeito ao ambiente e à mão de obra disponível. Dessa forma, é possível que uma mesma espécie seja cultivada com sucesso em dois ou mais manejos diferentes.

- **Exemplo 1** – Manejo total em viveiros escavados ou tanques revestidos: aqui se enquadram as espécies cujas fases de produção (reprodução, larvicultura, crescimento e terminação) podem ser realizadas em viveiros escavados, havendo necessidade apenas de despesca para fins de seleção, organização do plantel e mudança de viveiro para manutenção da qualidade de água. As seguintes espécies podem ser cultivadas nesses sistemas: kinguio, carpa, guppy, molinésia, barbo, entre outros.
- **Exemplo 2** – Manejo misto: para algumas espécies, o produtor pode optar por realizar alguma(s) etapa(s) em ambiente fechado (*in door*) e as demais em viveiros escavados ou tanques revestidos. Esse tipo de manejo é versátil, uma vez que proporciona ao produtor o controle nas fases mais críticas (reprodução e larvicultura). Além disso, agrega à produção o baixo custo dos cultivos em viveiros escavados ou tanques nas fases menos críticas (crescimento e terminação). As seguintes espécies servem como exemplo desse tipo de manejo: kinguio, carpa, betta, acará-bandeira, guppy, melanotenídeos.
- **Exemplo 3** – Manejo total *in door*: determinadas espécies apresentam necessidades especiais, principalmente no que se refere ao controle das características do ambiente (ex.: temperatura, compostos nitrogenados, trânsito no ambiente, vulnerabilidade ao ataque de patógenos). Para essas espécies, o cultivo deve ocorrer integralmente em ambiente fechado, podendo esse ser realizado em aquários, piscinas, tanques de lona ou caixas plásticas. Exis-

tem duas desvantagens nesse sistema de cultivo. A primeira é o alto valor necessário para implantação da instalação, que só se justifica no caso do cultivo de espécies com alto valor unitário. A segunda desvantagem é a intensidade do manejo, pois, por se tratar de cultivo intensivo, o produtor tem que ter noção de que, apesar de o trabalho exigir menos força física, ele é mais constante, e as atividades rotineiras (ex.: alimentação, limpeza dos aquários) exigem atenção integral do produtor, não podendo admitir falhas. São exemplos de espécies que são cultivadas com esse protocolo: acará-disco, arraia, peixe-palhaço, cavalo-marinho, guppy e betta de alto padrão genético (elite) e acari-zebra (*Hypancistrus zebra*) de alto valor comercial.

Aquisição de insumos

Provavelmente a tarefa mais complicada para o produtor de peixes ornamentais é o planejamento da produção, não por questões técnicas inerentes ao cultivo da espécie, mas pela logística do mercado como um todo. Tal logística envolve fatores que fogem ao controle do produtor, como insumos e atravessadores.

A compra de insumos pode se tornar um entrave para a produção, principalmente quando não houver um planejamento prévio e/ou o produtor depender de apenas um fornecedor ou empresa para compra de um determinado insumo. Um exemplo disso é a compra de artêmia, um crustáceo marinho amplamente utilizado na larvicultura de peixes. Por ser um produto que é encontrado apenas em lojas especializadas, as compras de grandes quantidades são realizadas via internet, e a entregue é feita por transportadoras. Quando houver algum tipo de atraso por parte dessas transportadoras (ex.: greve), o produtor ficará sem o insumo, já que, na maioria das produções, a espécie é utilizada, visto que os náuplios de artêmia constituem a única fonte de alimento das larvas. Infelizmente no Brasil não é raro ocorrerem paralisações de transportadores que perdurem por mais de um mês, tempo suficiente para o piscicultor perder toda a sua produção.

Outro exemplo ocorre com o fornecimento de ração. O primeiro ponto a ser analisado na compra da ração é procurar saber se sua distribuição é frequente, pois não adianta comprar uma ração muito boa que chega à sua fazenda apenas uma vez por ano. Essa dificuldade também é observada na qualidade

do serviço do seu fornecedor, pois não é incomum o fornecedor ter algum tipo de dificuldade no estoque e ficar sem ração para comercialização.

Dessa forma, é importante observar dois pontos: 1) o produtor nunca deve esperar o insumo estar próximo de terminar para comprar mais (planejamento e organização); 2) o produtor nunca pode depender de apenas um fornecedor.

Tarifa reduzida de energia elétrica

Neste tópico, cabe ressaltar a importância da tarifa noturna rural de energia elétrica, que possui valor reduzido que varia de 60% a 90%, dependendo da região do País e do grupo (Brasil, 2010). Com isso, é vantajoso realizar o bombeamento de água para um reservatório no período noturno (entre 21h30 e 6h00 do dia seguinte). Na prática, o horário varia de acordo com a Unidade da Federação. Dessa forma, os piscicultores com empreendimentos localizados em área rural possuem uma vantagem competitiva em relação aos criatórios urbanos. Porém, para ter acesso à tarifa reduzida, o produtor deve possuir um medidor específico (relógio verde) e solicitar o benefício à empresa de energia elétrica do estado por escrito ou por outro meio que possa ser comprovado (Brasil, 2010).

Considerações finais

O aporte de capital apenas na infraestrutura, negligenciando o investimento mais importante – o peixe –, é um erro comum. Quando o produtor elege o peixe que deseja produzir, ele deve investir em infraestrutura, mas também deve lembrar que o produto que ele pretende vender é o peixe de excelente qualidade.

Com vistas a alcançar sucesso, o piscicultor deve destinar parte de recurso na sua capacitação e na de seus funcionários. Além disso, deve destinar parte dos recursos à compra de animais de alto padrão para iniciar o plantel. Mediante o exposto, o mais correto para os iniciantes é que tenham equilíbrio no aporte da verba de investimento, ou seja, parte da verba deve ser destinada para infraestrutura, parte para compra de animais e parte para capacitação.

Referências

- ARANA, L. V. **Fundamentos de aquicultura**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2004. 348 p.
- BRASIL. Resolução normativa Aneel nº 414, de 9 de setembro de 2010. Estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica de forma atualizada e consolidada. **Diário Oficial da União**, 15 set. 2010.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da União**, 18 mar. 2005.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. **Diário Oficial da União**, 16 maio 2011.
- DAVENPORT, K. E. Characteristics of the current international trade in ornamental fish, with special reference to the European Union. **Reviews in Science and Technology**, v. 15, n. 2, p. 435-443, 1996. DOI: [10.20506/rst.15.2.936](https://doi.org/10.20506/rst.15.2.936).
- FUJIMOTO, R. Y.; SANTOS, R. F. B.; JUNIOR, A. M. F. **Uso de material alternativo para construção de aquários e filtros para criação de peixes**. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014. 5 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 143).
- LIMA, A. O.; BERNARDINO, G.; PROENÇA, C. E. M. Agronegócio de peixes ornamentais no Brasil e no mundo. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 11, n. 65, p. 14-24, 2001.
- MENDONÇA, H. V.; RIBEIRO, C. B. M.; BORGES, A. C.; BASTOS, R. R. Remoção de nitrogênio e fósforo de águas residuárias de laticínios por sistemas alagados construídos operando em bateladas. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, n. 2, p. 75-87, 2012. DOI [10.4136/ambi-agua.805](https://doi.org/10.4136/ambi-agua.805).
- PRIETO, M.; ATENCIO, V. Zooplankton en la larvicultura de peces neotropicales. **Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia**, v. 13, n. 2, p. 1415-1425, 2008. DOI [10.21897/rmvz.401](https://doi.org/10.21897/rmvz.401).
- REBELO NETO, P. X. **Piscicultura no Brasil Tropical**. São Paulo: Hemus, 2012. 267 p.
- RIBEIRO, F. A. S.; PRETO, B. L.; FERNANDES, J. B. K. Sistemas de criação para o acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 4, p. 459-466, 2008. DOI [10.4025/actascianimsci.v30i4.685](https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v30i4.685).
- TACON, A. G. J. Feeding practices. In: TACON, A. G. J. **Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. 1. The essential nutrients**. Redmont: Argent Laboratories, 1990. p. 208.
- VIDAL JÚNIOR, M. V. Acará-disco – o rei dos aquários. **Panorama da Aquicultura**, v. 13, n. 80, p. 35-37, 2003.
- VIDAL JÚNIOR, M. V. Sistema de produção de peixes ornamentais. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, n. 51, p. 62-74, 2006.